

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HONDA, et al.  
Serial No.: Not yet assigned  
Filed: January 2, 2004  
Title: VIRTUALIZATION CONTROLLER, ACCESS PATH CONTROL  
METHOD AND COMPUTER SYSTEM  
Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

January 2, 2004

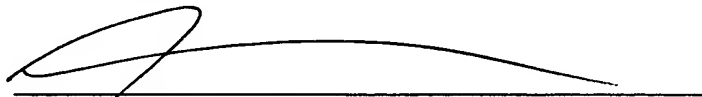
Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2003-310250, filed September 2, 2003.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Alan E. Schiavelli  
Registration No. 32,087

AES/alb  
Attachment  
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   9 月   2 日  
Date of Application:

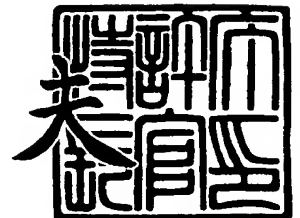
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 3 1 0 2 5 0  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 3 1 0 2 5 0 ]

出   願   人            株式会社日立製作所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月   1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願  
【整理番号】 KN1561  
【提出日】 平成15年 9月 2日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G06F 12/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県川崎市麻生区王禅寺 1 0 9 9 番地 株式会社 日立製作  
    所 システム開発研究所内  
    【氏名】 本田 聖志  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県川崎市麻生区王禅寺 1 0 9 9 番地 株式会社 日立製作  
    所 システム開発研究所内  
    【氏名】 下藺 紀夫  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005108  
    【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所  
【代理人】  
    【識別番号】 100093492  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 鈴木 市郎  
    【電話番号】 03-3591-8550  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100078134  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 武 顕次郎  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 113584  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

1 または複数の記憶装置と 1 または複数のホストコンピュータとに接続される仮想化制御装置において、

前記ホストコンピュータ及び前記記憶装置の一方または両方に接続される複数のポート部と、 1 または複数のストレージ制御部とを備え、

前記ポート部及びストレージ制御部のそれぞれは、前記ホストコンピュータが前記記憶装置が有する記憶領域に対してアクセスするために使用する第 1 の識別情報と、前記仮想化制御装置が前記記憶領域を識別する第 2 の識別情報との対応情報を保持し、該対応情報に基づいてホストコンピュータから受信した第 1 の識別情報を有するデータを第 2 の識別情報有するデータに変換して前記記憶領域を有する記憶装置に転送し、前記記憶装置から受信した第 2 の識別情報を有するデータを第 1 の識別情報を有するデータに変換してホストコンピュータに転送する仮想化処理部を備えて構成され、

前記記憶装置の記憶領域毎のアクセス経路として、ホストコンピュータに制御される第 1 のポート部と、前記記憶装置に接続される第 2 のポート部と、前記仮想化処理部とを登録したアクセス経路管理情報を有し、

前記アクセス経路の変更要求を受領した場合に、前記アクセス経路管理情報を更新し、新たなアクセス経路を用いてホストコンピュータと記憶装置の記憶領域との間でのデータの送受信制御を行うことを特徴とする仮想化制御装置。

**【請求項 2】**

管理装置と接続される第 3 のポート部を備え、

前記第 3 のポート部を介して受信した管理装置からのアクセス経路の変更要求を契機として、前記アクセス経路管理情報を更新し、新たなアクセス経路を用いてホストコンピュータと記憶装置の記憶領域との間でのデータの送受信制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の仮想化制御装置。

**【請求項 3】**

管理装置と接続される第 3 のポート部を備え、

前記第 3 のポート部を介して受信した管理装置からのアクセス経路の変更に係る制御情報としてのスケジュール情報を保持し、該スケジュール情報に基づいて前記アクセス経路管理情報を更新し、新たなアクセス経路を用いてホストコンピュータと記憶装置の記憶領域との間でのデータの送受信制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の仮想化制御装置。

**【請求項 4】**

管理装置と接続される第 3 のポート部を有し、

前記第 3 のポート部を介して受信した管理装置からのアクセス経路の変更に係る制御情報としてのアクセス種別毎の管理情報を保持し、ホストコンピュータから記憶装置の記憶領域毎に対する個々のアクセス要求の種別を判別し、該アクセス要求の種別を記憶装置の記憶領域毎のアクセス履歴管理情報として保持管理し、前記アクセス種別毎の管理情報とアクセス履歴管理情報とに基づいて前記アクセス経路管理情報を更新し、新たなアクセス経路を用いてホストコンピュータと記憶装置の記憶領域との間でのデータの送受信制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の仮想化制御装置。

**【請求項 5】**

管理装置と接続される第 3 のポート部を有し、

前記第 3 のポート部を介して受信した管理装置からのアクセス経路の変更に係る制御情報として前記仮想化制御部を構成する各部位の使用率の閾値を保持し、前記仮想化制御部を構成する各部位の使用状況を監視し、前記閾値と使用状況との比較を行い、使用状況が閾値を超過したことを契機に上記アクセス経路管理情報を更新し、新たなアクセス経路を用いてホストコンピュータと記憶装置の記憶領域との間でのデータの送受信制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の仮想化制御装置。

**【請求項 6】**

前記記憶装置が有する記憶領域毎に、前記仮想化処理の対象とするか否かの情報を仮想化処理制御情報として保持し、前記仮想化処理制御情報に基づいて前記複数の記憶装置が有する記憶領域毎に仮想化処理実施の制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の仮想化制御装置。

【請求項 7】

ホストコンピュータと記憶装置との間で送受信されるデータの識別情報の変換処理を実行し、記憶領域に対して割当てられた前記識別情報の変換処理を行ってアクセス経路の切替得を行う仮想化制御装置におけるアクセス経路制御方法において、

記憶装置が有する記憶領域毎に割当てられた仮想化処理部の切替え処理の起動契機を検出するステップと、

仮想化処理部の切替え処理の対象である記憶領域に対して発行されたアクセス要求の処理状態を監視するステップと、

未完了のアクセス要求がある場合に、新たにホストコンピュータから受信した切替え処理の対象である記憶領域に対するアクセス要求を一時キューイングするステップと、

未完了のアクセス要求が無い場合に、仮想化制御装置を構成し仮想化処理部の切替え処理に関連する各部位に仮想化処理部の変更指示を発行するステップと、

仮想化処理部の変更指示に対する完了報告の受信を契機として、キューイングしたアクセス要求を新たな仮想化処理部に対して発行するステップを有することを特徴とする仮想化処理部の切替え制御方法。

【請求項 8】

1 または複数の記憶装置と、1 または複数のホストコンピュータと、仮想化制御装置とが接続された計算機システムにおいて、

前記仮想化制御装置は、前記ホストコンピュータ及び前記記憶装置の一方または両方に接続される複数のポート部と、1 または複数のストレージ制御部とを備えて構成され、

前記ポート部及びストレージ制御部のそれぞれは、前記ホストコンピュータが前記記憶装置が有する記憶領域に対してアクセスするために使用する第 1 の識別情報と、前記仮想化制御装置が前記記憶領域を識別する第 2 の識別情報との対応情報を保持し、該対応情報に基づいてホストコンピュータから受信した第 1 の識別情報を有するデータを第 2 の識別情報有するデータに変換して前記記憶領域を有する記憶装置に転送し、前記記憶装置から受信した第 2 の識別情報を有するデータを第 1 の識別情報を有するデータに変換してホストコンピュータに転送する仮想化処理部を備えて構成され、

前記仮想化制御装置は、前記記憶装置の記憶領域毎のアクセス経路として、ホストコンピュータに接続される第 1 のポート部と、前記記憶装置に接続される第 2 のポート部と、前記仮想化処理部とを登録したアクセス経路管理情報を有し、

前記アクセス経路の変更要求を受領した場合に、前記アクセス経路管理情報を更新し、新たなアクセス経路を用いてホストコンピュータと記憶装置の記憶領域との間でのデータの送受信制御を行うことを特徴とする計算機システム。

**【書類名】明細書****【発明の名称】**仮想化制御装置、アクセス経路制御方法及び計算機システム**【技術分野】****【0001】**

本発明は、仮想化制御装置、アクセス経路制御方法及び計算機システムに係り、特に、ホストコンピュータと複数の記憶装置との間を経路で接続すると共に、ホストコンピュータに対して複数の記憶装置を仮想的なN台の記憶装置として提供する仮想化制御装置、仮想化制御装置のアクセス経路制御方法及び計算機システムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

記憶システムに対するアクセス性能の向上を図ることを可能にした従来技術として、例えば、特許文献1に記載された技術が知られている。この従来技術は、アクセス速度の異なる複数の記憶装置により記憶システムを構成し、複数の記憶装置のそれぞれの記憶装置に対するアクセス頻度に応じて自動的に高速アクセスな記憶装置と低速アクセスな記憶装置との間での再配置を実施するというものである。

**【特許文献1】**特開平5-12077号明細書

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

前述した従来技術は、データを格納する記憶媒体と、記憶媒体を記憶装置として統括制御（例えば、ホストコンピュータと記憶媒体との間でのデータの転送制御）する制御部とから構成され、ホストコンピュータと記憶媒体とが1つのアクセス経路で接続されるように構成されている。しかし、前述の従来技術は、記憶装置におけるアクセス性能の向上を、制御部内で提供する複数のアクセス経路から最適なアクセス経路を選択して行うことに対する考慮がなされていないため、記憶装置に対するアクセス性能の向上を図ることが困難であるという問題点を有している。すなわち、前述した従来技術には、例えば、ホストコンピュータと記憶媒体とのアクセス経路として複数のアクセス経路を制御部で提供する場合、アクセス経路上に存在する各種資源の使用率を考慮したアクセス経路の最適化によるアクセス性能向上に関する技術は開示されていない。

**【0004】**

また、前述した従来技術は、アクセス速度の異なる複数の記憶装置から構成される記憶システムにおいて、複数の記憶装置のそれぞれに対するアクセス頻度に応じてデータを格納する記憶装置の最適化（格納データの最適配置）を実施することによって、記憶システムに対するアクセス性能の向上を図ることができるようにしたものである。しかし、この従来技術は、記憶システムのアクセス性能向上のために記憶装置相互間でのデータ移行（再配置）処理が必要であり、データ移行処理の間、ホストコンピュータからのアクセス要求が、記憶装置において一時保留されるか、データ移行処理と同時に処理されるため、アクセス性能が著しく低下してしまうという問題点を有している。

**【0005】**

本発明の目的は、前述した従来技術の問題点を解決し、記憶システムを構成する記憶装置相互間でのデータ移行処理を行うことなく、ホストコンピュータと記憶装置とを接続する複数のアクセス経路から最適なアクセス経路を選択し切替えることにより、記憶システムに対するアクセス性能を向上させることを可能にした仮想化制御装置、仮想化制御装置のアクセス経路制御方法及び計算機システムを提供することにある。

**【0006】**

また、本発明の他の目的は、前述のアクセス経路の切替え処理を、仮想化制御装置を構成する各種資源の使用状況に基づいて実施することにより、仮想化制御装置内における処理負荷の分散制御を可能とし、その結果として記憶システムに対するアクセス性能を向上させることを可能にした仮想化制御装置、仮想化制御装置のアクセス経路制御方法及び計算機システムを提供することにある。

**【0007】**

さらに、本発明の他の目的は、前述のアクセス経路の切替え処理を、管理者からの設定条件と仮想化制御装置自身で検出した各種結果（資源の使用状況、アクセス傾向、他）に基づいて実施することにより、管理者の負荷を増加させることなく、動的に変化する記憶システムに要求されるアクセス性能に対応することを可能にした仮想化制御装置、仮想化制御装置のアクセス経路制御方法及び計算機システムを提供することにある。

**【課題を解決するための手段】****【0008】**

前記目的を達成するため、本発明は、ホストコンピュータと記憶装置との間に置かれる仮想化制御装置が、ホストコンピュータと記憶装置とを接続する複数のアクセス経路を提供し、管理者からのアクセス経路の切替え処理に関する設定条件及び仮想化制御装置自身で検出した各種監視結果（資源の使用状況、アクセス傾向、他）等に基づいて、ホストコンピュータと記憶装置とを接続する複数のアクセス経路から最適なアクセス経路を選択し切替える処理を行うようにしたことを特徴とする。

**【0009】**

具体的にいえば、前記目的は、1または複数の記憶装置と1または複数のホストコンピュータとに接続される仮想化制御装置において、前記ホストコンピュータ及び前記記憶装置の一方または両方に接続される複数のポート部と、1または複数のストレージ制御部とを備え、前記ポート部及びストレージ制御部のそれぞれが、前記ホストコンピュータが前記記憶装置が有する記憶領域に対してアクセスするために使用する第1の識別情報と、前記仮想化制御装置が前記記憶領域を識別する第2の識別情報との対応情報を保持し、該対応情報に基づいてホストコンピュータから受信した第1の識別情報を有するデータを第2の識別情報有するデータに変換して前記記憶領域を有する記憶装置に転送し、前記記憶装置から受信した第2の識別情報を有するデータを第1の識別情報を有するデータに変換してホストコンピュータに転送する仮想化処理部を備えて構成され、前記記憶装置の記憶領域毎のアクセス経路として、ホストコンピュータに制御される第1のポート部と、前記記憶装置に接続される第2のポート部と、前記仮想化処理部とを登録したアクセス経路管理情報を有し、前記アクセス経路の変更要求を受領した場合に、前記アクセス経路管理情報を更新し、新たなアクセス経路を用いてホストコンピュータと記憶装置の記憶領域との間でのデータの送受信制御を行うことにより達成される。

**【0010】**

また、前記目的は、ホストコンピュータと記憶装置との間で送受信されるデータの識別情報の変換処理を実行し、記憶領域に対して割当てられた前記識別情報の変換処理を行ってアクセス経路の切替得を行う仮想化制御装置におけるアクセス経路制御方法において、記憶装置が有する記憶領域毎に割当てられた仮想化処理部の切替え処理の起動契機を検出するステップと、仮想化処理部の切替え処理の対象である記憶領域に対して発行されたアクセス要求の処理状態を監視するステップと、未完了のアクセス要求がある場合に、新たにホストコンピュータから受信した切替え処理の対象である記憶領域に対するアクセス要求を一時キューイングするステップと、未完了のアクセス要求が無い場合に、仮想化制御装置を構成し仮想化処理部の切替え処理に関連する各部位に仮想化処理部の変更指示を発行するステップと、仮想化処理部の変更指示に対する完了報告の受信を契機として、キューイングしたアクセス要求を新たな仮想化処理部に対して発行するステップを有することにより達成される。

**【0011】**

さらに、前記目的は、1または複数の記憶装置と、1または複数のホストコンピュータと、仮想化制御装置とが接続された計算機システムにおいて、前記仮想化制御装置が、前記ホストコンピュータ及び前記記憶装置の一方または両方に接続される複数のポート部と、1または複数のストレージ制御部とを備えて構成され、前記ポート部及びストレージ制御部のそれぞれが、前記ホストコンピュータが前記記憶装置が有する記憶領域に対してアクセスするために使用する第1の識別情報と、前記仮想化制御装置が前記記憶領域を識別

する第2の識別情報との対応情報を保持し、該対応情報に基づいてホストコンピュータから受信した第1の識別情報を有するデータを第2の識別情報有するデータに変換して前記記憶領域を有する記憶装置に転送し、前記記憶装置から受信した第2の識別情報を有するデータを第1の識別情報を有するデータに変換してホストコンピュータに転送する仮想化処理部を備えて構成され、前記仮想化制御装置が、前記記憶装置の記憶領域毎のアクセス経路として、ホストコンピュータに接続される第1のポート部と、前記記憶装置に接続される第2のポート部と、前記仮想化処理部とを登録したアクセス経路管理情報を有し、前記アクセス経路の変更要求を受領した場合に、前記アクセス経路管理情報を更新し、新たなアクセス経路を用いてホストコンピュータと記憶装置の記憶領域との間でのデータの送受信制御を行うことにより達成される。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、記憶装置システムに対するアクセス性能の向上を図ることができ、また、仮想化制御装置内における処理負荷の分散制御が可能となり、結果として装置システムに対するアクセス性能の向上をはかることが可能となる。さらに、本発明によれば、管理者に対する負担を増加させることなく、動的に変化する記憶装置システムに要求されるアクセス性能を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明による仮想化制御装置、仮想化制御装置のアクセス経路制御方法及び計算機システムの実施形態を図面により詳細に説明する。

【0014】

図1は本発明の第1の実施形態による計算機システムの構成を示すブロック図である。ここで説明する本発明の第1の実施形態は、管理装置（管理者）からの指示によりアクセスパスの切り替えを行う例である。図1において、1はホストコンピュータ、2は仮想化制御装置、3は記憶装置、4は管理装置、5-1、5-2はネットワーク、6はポート部、7はストレージ制御部、8は管理部、9はバックプレーンである。

【0015】

本発明の第1の実施形態による計算機システムは、1または複数台のホストコンピュータ1と、1または複数台の記憶装置3と、ホストコンピュータ1と記憶装置3とに接続される仮想化制御装置2と、仮想化制御装置2に接続される管理装置4とを備えて構成される。ホストコンピュータ1及び記憶装置3は、ネットワーク（Storage Network:SN）5-1を介して仮想化制御装置2と接続され、管理装置4は、ネットワーク5-2を介して仮想化制御装置2と接続される。ネットワーク5-1及びネットワーク5-2において使用されるプロトコルは、同一のネットワークプロトコルでも異なるネットワークプロトコルでもよい。また、ネットワーク5-1において使用されるプロトコルも同一のプロトコルに限定されるものではない。例えば、記憶装置と仮想化制御装置との間のネットワークで使用されるプロトコルと、ホストコンピュータと仮想化制御装置との間のネットワークで使用されるプロトコルとが異なるネットワークプロトコルであってもよい。さらに、記憶装置毎、ホストコンピュータ毎に異なるネットワークプロトコルを用いて仮想化制御装置に接続してもよい。

【0016】

ホストコンピュータ1は、アプリケーションプログラムを実行するCPU10、アプリケーションプログラムが格納されるメモリ11、磁気ディスク等の記録媒体12、仮想化制御装置2と接続されるネットワーク5-1を制御するインタフェース制御部13（SNI/F）を備えて構成される。

【0017】

管理装置4は、仮想化制御装置2及び仮想化制御装置2に接続される記憶装置3を管理するための管理プログラムを実行するCPU40、管理プログラムが格納されるメモリ41、磁気ディスク等の記録媒体42、仮想化制御装置2と接続されるネットワーク5-2



を制御するインタフェース制御部 43 を備えて構成される。

#### 【0018】

記憶装置 3 は、仮想化制御装置 2 に接続されるネットワーク 5-1 を制御するインタフェース制御部 33 (SN I/F)、ユーザデータを格納する磁気ディスク等の記録媒体 32、ホストコンピュータ 1 からのアクセス要求に基づき記録媒体 32 への個々のアクセスを制御する CPU 30、ホストコンピュータ 1 と記録媒体 32 との間で転送されるデータを格納するバッファ部 35 を備えて構成される。

#### 【0019】

前述において、複数のディスク装置から構成されるディスク装置群を記憶装置 3 の記録媒体 32 として用いることが可能である。その場合、記憶装置 3 は、個々のディスク装置とバッファ部 35 との間でデータの送受信を行う 1 つ以上のディスクインタフェース制御部を備えて、ディスク装置群と接続されることが望ましい。

#### 【0020】

仮想化制御装置 2 は、ホストコンピュータ 1 と記憶装置 3 との間で送受信されるフレームデータを転送するスイッチである。仮想化制御装置 2 は、1 または複数のポート部 6 と、1 または複数のストレージ制御部 7 と、管理部 8 とが、バックプレーン 9 を介して接続されて構成される。

#### 【0021】

ポート部 6 は、ホストコンピュータ 1 あるいは記憶装置 3 と接続されるネットワーク 5-1 を制御するインタフェース制御部 (SN I/F) 63 と、仮想化制御装置 2 を構成する各部位間を接続するバックプレーン 9 を制御するインタフェース制御部 (BP I/F) 64 と、後述するプログラムや情報を格納するメモリ 61 と、これらの情報を用いてプログラムを実行する CPU 60 とを備えて構成される。

#### 【0022】

ストレージ制御部 7 は、バックプレーン 9 を制御するインタフェース制御部 (BP I/F) 74 と、ホストコンピュータ 1 と記憶装置 3 との間で転送されるデータを保持するキャッシュ 75 と、後述するプログラムや情報を格納するメモリ 71 と、これらの情報を用いてプログラムを実行する CPU 70 とを備えて構成される。

#### 【0023】

管理部 8 は、管理装置 4 と接続されるネットワーク 5-2 を制御するインタフェース制御部 (Management Port) 83 と、仮想化制御装置 2 を構成する各部位間を接続するバックプレーン 9 を制御するインタフェース制御部 (BP I/F) 84 と、後述するプログラムや情報を格納するメモリ 81 と、これらの情報を用いてプログラムを実行する CPU 80 とを備えて構成される。

#### 【0024】

図 1 に示す例において、ホストコンピュータ 1、記憶装置 3、管理装置 4 は、それぞれ 1 つのインタフェース制御部 (SN I/F) を持つものとして示したが、本発明は、これに限定されるものではなく、複数のインタフェース制御部を持つことが可能である。同様に、仮想化制御装置 2 を構成する各部位は、バックプレーン 9 を制御するインタフェース制御部 (BP I/F) を複数持つことが可能であり、それぞれ複数のネットワークあるいはバックプレーンを介して接続されることが望ましい。さらに、仮想化制御装置 2 のポート部 6 は、異なるネットワークプロトコルに対応可能であることから、後述のプログラムや情報を入れ替えることにより任意のポート部 6 を管理部 8 として使用することも可能である。

#### 【0025】

図 2 は管理装置 4 の記録媒体 42 に格納されていて、メモリ 41 に読み込まれて CPU 40 によって実行されるプログラム及び管理装置 4 の記録媒体 42 に格納される管理情報の例を示す図である。

#### 【0026】

図 2 において、ボリューム管理プログラム 414 は、仮想化制御装置 2 から後述するボ

リユームマッピング情報 511 を読み出して出力装置に出力し、ボリユームマッピング情報を管理者に通知し、また、ボリユームマッピング情報 511 に新たに登録する情報やボリユームマッピング情報の更新情報を入力装置を介して管理者から受け付けて仮想化制御装置 2 に送信し、管理者から受け付けた情報をボリユームマッピング情報 511 に設定する処理を実行するためのプログラムである。また、ボリユームマッピング管理情報 411 は、仮想化制御装置 2 から読み出したボリユームマッピング情報 511 や、管理者から受け付けた登録情報、更新情報を有する。そして、管理装置 4 の CPU 40 は、ボリユームマッピング管理情報 411 を用いてボリユーム管理プログラム 414 を実行することによってボリユーム管理部 401 を実現している。

#### 【0027】

ここでボリユームとは、個々の記憶装置（仮想化された記憶装置も含む）で管理される記憶領域のことであり、1 台の記憶装置が複数のボリユームを構成すること、あるいは、複数台の記憶装置で 1 つのボリユームを構成することも可能である。また、記憶装置 3 で管理されるボリユームを実ボリユーム、仮想化制御装置 2 で管理されるボリユーム、あるいは、仮想化制御装置 2 を介してホストコンピュータ 1 に提供するボリユームを仮想ボリユームということとして、これらを以後の説明では、区別して使用することとする。

#### 【0028】

記憶装置管理プログラム 415 は、仮想化制御装置 2 から後述する記憶装置状態管理情報 517 を読み出して出力装置に出力し、記憶装置の状態を管理者に通知し、また、管理者から記憶装置状態管理情報 517 への登録情報や更新情報を受け付けて、これらの情報を仮想化制御装置 2 に設定するために実行されるプログラムである。また、記憶装置管理情報 412 は、仮想化制御装置 2 から受信した記憶装置状態管理情報 517 や、管理者から受け付けた登録情報、更新情報を有する。そして、管理装置 4 の CPU 40 が記憶装置管理情報 412 を利用して記憶装置管理プログラム 415 を実行することによって記憶装置管理部 402 が実現される。

#### 【0029】

図 3 は仮想化制御装置 2 を構成する何れかの部位（ポート部 6、ストレージ制御部 7、管理部 8）の CPU によって実行されるプログラムと管理情報との例を示す図である。

#### 【0030】

図 3 において、仮想化ルーティング処理部 501 は、仮想化制御装置 2 を構成する何れかの部位の CPU が、ボリユームマッピング情報 511 及び仮想化ルーティング制御情報 512 に基づいて、仮想化制御装置 2 を構成する何れかの部位のメモリに読み込まれた仮想化ルーティング処理プログラム 516、すなわち、ホストコンピュータ 1 と記憶装置 3 との間で送受信されるフレームデータのルーティング処理を実行するものであり、仮想化制御装置 2 を構成するポート部 6、ストレージ制御部 7 の CPU によって実行される。

#### 【0031】

ここでいうフレームデータとは、ホストコンピュータ 1 から記憶装置 3 に対して送信されるアクセス要求情報（コマンド）、記憶装置 3 からホストコンピュータ 1 に対して送信されるステータス情報（レスポンス）、及び、アクセス要求情報に基づいてホストコンピュータ 1 と記憶装置 3 との間で送受信されるデータ等を含むその他の全ての情報を含むものである。前述した仮想化ルーティング処理プログラム 516 は、フレームデータの種別毎のルーティング処理プログラムであるコマンド転送処理プログラム 513、レスポンス転送処理プログラム 514、その他の転送処理プログラム 515 から構成されるものとしている。

#### 【0032】

なお、ボリユームマッピング情報 511、仮想化ルーティング制御情報 512、及び、フレームデータのルーティング処理の詳細については後述する。

#### 【0033】

記憶装置監視部 502 は、仮想化制御装置 2 が仮想化制御の対象とする個々の記憶装置 3 の状態を監視し、監視結果を記憶装置状態管理情報 517 として保持し、記憶装置 3 の

状態の変更を検出したことを契機に管理装置 4 に対して状態の変更通知し、また、管理装置 4 から受信した記憶装置管理情報 4 1 2 に基づいて自身が保持する記憶装置状態管理情報 5 1 7 を更新する処理を実行する。そして、記憶装置監視部 5 0 2 は、仮想化制御装置 2 を構成する何れかの部位の CPU が、記憶装置監視プログラム 5 1 8 を実行することにより実現される。

#### 【0034】

パス切替え処理部 5 0 3 は、例えば、管理装置 4 から受信したボリュームマッピング管理情報 4 1 1 に含まれるパスの切替え制御に係る情報をパス切替え制御情報 5 1 9 として格納し、パス切替え制御情報 5 1 9 に基づいてホストコンピュータ 1 と記憶装置 3 との間で送受信されるフレームデータの仮想化制御装置 2 内の転送経路（以下、アクセスパスという）の切替え処理を実行する。パス切替え処理部 5 0 3 は、仮想化制御装置 2 を構成する何れかの部位の CPU が、パス切替え処理プログラム 5 2 0 を実行することにより実現される。なお、パス切替え処理プログラム 5 2 0 における処理内容、手順等の詳細は後述する。

#### 【0035】

前述した図 3 において、仮想化制御装置 2 の初期化処理に係るプログラム等の記載を省略しているが、少なくとも電源投入を条件に各種管理情報の初期化処理を実行する初期化処理プログラム、あるいは、管理装置 4 等からの指示を契機に、初期化処理あるいは診断処理等を実行するプログラム群を有することが望ましい。

#### 【0036】

図 4 はホストコンピュータ 1 と記憶装置 3 とのアクセスパスのバリエーションを示す図である。なお、図 4 において、ホストコンピュータ 1 と接続されるポート部 6-1 を In Port、記憶装置 3 と接続されるポート部 6-2 を Out Port と呼ぶこととする。

#### 【0037】

第 1 のアクセスパスは、ホストコンピュータ 1 と記憶装置 3 とが、ポート部 6-1 (In Port) とストレージ制御部 7-1 (Storage Controller #1) とポート部 6-2 (Out Port) とを介して接続される経路である。また、ホストコンピュータ 1 と記憶装置 3 とが、ポート部 6-1 (In Port) とストレージ制御部 7-2 (Storage Controller #2) とポート部 6-2 (Out Port) とを介して接続される経路もある。

#### 【0038】

第 2 のアクセスパスは、ホストコンピュータ 1 と記憶装置 3 とが、ポート部 6-1 (In Port) とポート部 6-2 (Out Port) とを介して接続される経路である。この経路の変形として、1 つのポート部に、複数のインタフェース制御部 (S/N I/F) 6 3 を設けて、1 つのポート部を In Port と Out Port とに兼用して 1 つのポート部だけを介してホストコンピュータ 1 と記憶装置 3 とを接続する経路もある。

#### 【0039】

図 5 は仮想化制御装置 2 で管理されるボリュームマッピング情報 5 1 1 の例を示す図である。

#### 【0040】

ボリュームマッピング情報 5 1 1 は、仮想ボリュームと実ボリュームとのマッピングを示す制御情報であり、仮想ボリューム管理情報 5 3 1、実ボリューム管理情報 5 3 2、仮想化処理部位管理情報 5 3 3、記憶装置接続部位 (ポート) 管理情報 5 3 4、コマンド処理モード情報 5 3 5 により構成される。

#### 【0041】

仮想ボリューム管理情報 5 3 1 は、仮想ボリュームを識別するための情報であり、ネットワークで固有の値を有する Port ID、ポート毎に固有の値を有する Port Name、装置内で固有の情報である LUN (Logical Unit Number) 等が含まれる。実ボリューム管理情報 5 3 2 は、仮想ボリュームに対応する実ボリュームを識別するための情報であり、ネットワークで固有の値を有する Port ID、ポート毎に異なる値を有する Port Name、装置内で固有の値を有する LUN 等の情報が含まれる。仮想化処理部位管理情報 5 3 3 は、後述する仮想

化処理を実行する部位の識別子情報である。記憶装置接続部位（ポート）管理情報 534 は、仮想化処理部位と記憶装置 3 との間のアクセスパスに介在するポート部 6 の識別子情報である。また、コマンド処理モード情報 535 は、後述するパス切替え処理時に設定される情報である。

#### 【0042】

前述において、仮想ボリュームを識別するための情報である Port ID、Port Name は、仮想化制御装置 2 がホストコンピュータ 1 に対して見せる記憶装置（以下、仮想記憶装置）に割当てられた識別子情報である。例えば、ホストコンピュータ 1 が仮想ボリューム管理情報 531 に登録された Port ID と LUN とを指定してフレームデータを送信した場合、実際には仮想化制御装置 2 の仮想化ルーティング処理部 501 がボリュームマッピング情報 511 及び仮想化ルーティング制御情報 512 に基づいて、前述の Port ID と LUN とが示す仮想ボリュームに対応する実ボリュームを有する記憶装置にフレームデータを転送するよう制御される。しかし、ホストコンピュータ 1 には、自身が指定した Port ID が示すポートを有する記憶装置にアクセスしているように認識される。

#### 【0043】

図 5 に示す例には、Port ID=V\_Pid\_1/2/3/4、Port Name=V\_Pname\_1/2/3/4、LUN=0 で識別される仮想ボリュームが、Port ID=P\_Pid\_1、Port Name=P\_Pname\_1、LUN=0/1/2/3 で識別される実ボリュームにマッピングされている（対応付けられている）例を示している。

#### 【0044】

また、図 5 には、Port ID=V\_Pid\_1/2、LUN=0 で識別される仮想ボリュームについて、後述の仮想化処理を実行する部位としてストレージ制御部 7 の識別子情報 (Storage Controller #1) が設定され、Port ID=V\_Pid\_3/4、LUN=0 で識別される仮想ボリュームについて、仮想化処理を実行する部位としてポート部 6 の識別子情報 (Out Port) が設定されている例を示している。

#### 【0045】

さらに、図 5 には、仮想化処理を実施する部位と記憶装置 3 とのアクセスパスに介在するポート部 6 の識別子情報 (Out Port) とが、それぞれ設定されており、また、仮想ボリュームに対するコマンド処理モードの情報として “Normal (通常処理)” が、それぞれ設定されている例を示している。

#### 【0046】

なお、仮想化制御装置 2 を構成する各部位において、同一のボリュームマッピング情報 511 持つ必要はなく、各部位において必要な情報のみから構成されるボリュームマッピング情報 511 を保持管理することが望ましい。

#### 【0047】

また、以下に説明する本発明の実施形態では、Port ID によって仮想ボリュームの識別が可能な場合を例として説明するが、本発明は、これに限定されるものではなく、前述の仮想ボリューム管理情報 531 を構成する各情報の組み合わせで仮想ボリュームの識別が可能であれば何ら問題なく、例えば、1 つの Port ID に複数の仮想ボリュームを対応付けることも可能である。

#### 【0048】

図 6 は仮想化制御装置 2 を構成する部位毎に管理される仮想化ルーティング制御情報 512 の例を示す図である。

#### 【0049】

仮想化ルーティング制御情報 512 は、仮想化制御装置 2 を構成する各部位が、後述のフレームデータの転送処理を実行する際に、生成、参照、更新する情報であり、送信元管理情報 541 と、送信先管理情報 542 とを有する。送信元管理情報 541 は、送信元の識別情報と送信元指定のコマンド識別情報とにより構成され、送信先管理情報 542 は、送信先識別情報と自身が指定したコマンド識別情報とにより構成される。

#### 【0050】

前述でのコマンド識別情報は、送信元と送信先との間で送受信される個々のフレームデ

ータがどのコマンドに関連するものかを識別するための情報であり、個々のフレームデータに付加される情報である。

#### 【0051】

なお、前述のフレームデータの構成についての詳細な説明は省略するが、フレームデータは、少なくとも、フレームデータの送信元/送信先を識別する情報（送信元/送信先識別情報）、フレームデータの種別情報、コマンド識別情報を有するヘッダ情報と、前述のアクセス要求情報、ステータス情報、あるいは、データ等を有するペイロード情報とを有して構成されるものとする。

#### 【0052】

図6に示す例には、前記ホストコンピュータ1と接続されるポート部6-1(In Port)が保持管理する仮想化ルーティング制御情報512の例として、Host\_Pid\_1で識別されるホストコンピュータからHost\_Tag\_1/2/3で識別されるコマンドを受信し、それぞれについて自身が指定したコマンド識別子情報InPort\_Tag\_1/2/3を付加し、ストレージ制御部7(Storage Controller #1)あるいはポート部6-2(Out Port)に転送した状態であることを示している。

#### 【0053】

図7は仮想化制御装置2を構成するポート部6によって実行されるフレームデータの転送処理の処理動作を説明するフローチャートであり、次に、これについて説明する。この処理は、ホストコンピュータ1あるいは外部記憶装置3からのフレームデータの受信、あるいは、仮想化制御装置2を構成する各部位間でのフレームデータの受信を契機として起動されるポート部6の仮想化ルーティング処理部501の仮想化ルーティング処理プログラム516によって実現される。

#### 【0054】

##### 1. コマンドフレームの場合

(1) フレームデータを受信した仮想化制御装置2のポート部6は、受信したフレームデータに含まれるフレームデータの種別情報を用いてフレームデータの種別を検出し、受信したフレームデータがコマンドフレームか否かを判定し、受信したフレームデータがコマンドフレームであった場合、コマンド転送処理プログラム513が以下のコマンドフレームの転送処理を実行する(ステップ110)。

#### 【0055】

(2) まず、コマンド転送処理プログラム513は、ボリュームマッピング情報511のコマンド処理モード535を用いて、後述のパス切替え処理時に設定されるペンディングモードか否かを検出する(ステップ111)。

#### 【0056】

(3) ステップ111の検出で、コマンド処理モードがペンディングモードに設定されていた場合、さらに、受信したコマンドフレームをキューイング可能か否かを、キューフルであるか否かにより判定し、キューフルであってキューイング不可であった場合、コマンドフレームを受領できないことを示す(例えば、キューフル)ステータス情報を含むレスポンスフレームを生成、発行して一連の処理を終了する(ステップ112、113)。

#### 【0057】

(4) ステップ112の判定で、キューフルでなくキューイング可であった場合、コマンドフレームをキューイングして一連の処理を中断する。なお、この中断したコマンドフレームの転送処理に関しては、後述するパス切り替え処理の中で再開される(ステップ114)。

#### 【0058】

(5) ステップ111の判定で、コマンド処理モードがペンディングモードでなかった場合、すなわち、ノーマルモードに設定されていた場合、受信したフレームデータに含まれるフレームデータの送信先識別情報、及び、必要な場合、受信したフレームデータのペイロードに含まれる各種情報(送信先のLUN等)と、ボリュームマッピング情報511とを用いて、後述するコマンド変換処理を自身で実施するか否かを判別する(ステップ115)。

。

**【0059】**

判別の一例を説明すると、この判別は、例えば、送信先のPort ID やLUN が、ボリュームマッピング情報511の仮想ボリューム管理情報531に登録されており、かつ、仮想化処理モジュール管理情報533に自身の識別情報が登録されている場合、そのコマンドは自身でのコマンド変換処理が必要なフレームデータであると判定するというように行われる。

**【0060】**

(6) ステップ115の判別で、自身でのコマンド変換処理が必要と判別された場合、ボリュームマッピング情報511の仮想ボリューム管理情報531と実ボリューム管理情報532とを用いて、受信したコマンドフレームに含まれる送信先識別情報を実ボリュームに対応した識別情報に、送信元識別情報を自身の識別情報に、LUN 等のアクセス要求(コマンド)情報を実ボリュームに対応したLUN 等のアクセス要求情報に置き換える処理を、コマンド変換処理として実施する(ステップ116)。

**【0061】**

(7) ステップ115の判別で、自身でのコマンド変換処理が不要と判別された場合、あるいは、ステップ116でのコマンド変換処理を実施した後、ボリュームマッピング情報511の仮想化処理モジュール管理情報533(In Portの場合)、外部ボリューム接続モジュール管理情報534(ストレージ制御装置の場合)あるいは実ボリューム管理情報532(Out Portの場合)を用いてコマンドフレームの転送先を検出する(ステップ117)。

**【0062】**

(8) 次に、コマンド転送処理プログラム513は、受信したコマンドフレームに含まれる送信元識別情報と、コマンド識別情報と、コマンドフレームの転送先を識別する送信先識別情報と、自身が生成したコマンド識別情報とを、仮想化ルーティング制御情報512の送信元管理情報541、送信先管理情報542として登録する(ステップ118)。

**【0063】**

(9) さらに、コマンド転送処理プログラム513は、受信したコマンドフレームに含まれるコマンド識別情報を自身が生成したコマンド識別情報に置き換え、前述で検出したコマンドフレームの転送先に送信して、一連のコマンドフレーム転送処理を終了する(ステップ119)。

**【0064】****2. レスポンスフレームの場合**

(10) ステップ110の判定で、受信したフレームデータがコマンドフレームでなかった場合、受信したフレームデータがレスポンスフレームであるか否かを判定し、受信したフレームデータがレスポンスフレームであった場合、レスポンス転送処理プログラム514が以下のレスポンス転送処理を実行する(ステップ120)。

**【0065】**

(11) まず、レスポンス転送処理プログラム514は、受信したレスポンスフレームに含まれるコマンド識別情報と、ボリュームマッピング情報511とを用いて自身でレスポンス生成処理が必要か否かを判別する(ステップ121)。

**【0066】**

判別の一例を説明すると、この判別は、例えば、受信したレスポンスフレームに含まれる送信元の識別情報が、ボリュームマッピング情報511の実ボリューム管理情報531に登録されており、かつ、仮想化処理モジュール管理情報533に自身の識別情報が登録されている場合に、そのレスポンスフレームは自身でのレスポンス生成処理が必要なフレームデータであると判定するというように行われる。

**【0067】**

(12) ステップ121の判別で、自身でのレスポンス生成処理が必要と判別された場合、レスポンス生成処理は、ボリュームマッピング情報511の仮想ボリューム管理情報53

1を用いて、受信したレスポンスフレームに含まれる送信元識別情報を仮想ボリュームに対応した識別情報に、送信先識別情報を対応するホストコンピュータの識別情報に置き換える処理と、受信したレスポンスフレームに含まれるステータス情報に基づいて、必要な場合には、新たなステータス情報を生成して置き換える処理とを実施する（ステップ122）。

#### 【0068】

(13) ステップ121の判別で、自身でのレスポンス生成処理が不要と判別された場合、あるいは、ステップ122でのレスポンス生成処理を実施した後、受信したフレームデータに含まれるコマンド識別情報と、仮想化ルーティング制御情報512とを用いてレスポンスフレームの転送先を検出する（ステップ123）。

#### 【0069】

転送先検出の一例を説明すると、この転送先の検出は、受信したフレームデータに含まれるコマンド識別情報と一致する仮想化ルーティング制御情報515の送信先管理情報542のコマンド管理情報を検出し、当該コマンド管理情報に対応する送信元管理情報541の送信元識別情報をレスポンスフレームの転送先として検出するというように行われる。

#### 【0070】

(14) さらに、レスポンス転送処理プログラム514は、受信したレスポンスフレームに含まれるコマンド識別情報を、仮想化ルーティング制御情報512の送信元管理情報531の対応する送信元コマンド識別情報とに置き換えて、前述で検出したレスポンスフレームの転送先に送信する（ステップ124）。

#### 【0071】

(15) さらに、レスポンス転送処理プログラム514は、受信したレスポンスフレームに含まれるコマンド識別情報に基づき、仮想化ルーティング制御情報512の対応するエントリ（送信先／送信元管理情報）を削除する管理情報の更新を行って一連のレスポンスフレーム転送処理を終了する（ステップ125）。

#### 【0072】

### 3. 前述以外のフレームの場合

(16) ステップ120の判定で、受信したフレームデータがレスポンスフレームでなかった場合、すなわち、コマンドフレームでもなく、レスポンスフレームでもなかった場合、その他の転送処理プログラム515が以下のフレームデータ転送処理を実行する。

#### 【0073】

(17) まず、その他の転送処理プログラム515は、受信したフレームデータに含まれるフレームデータの送信先／送信元識別情報及びコマンド識別情報と、ボリュームマッピング情報511及び仮想化ルーティング制御情報512とを用いて、自身での仮想化処理の要否を判別する（ステップ126）。

#### 【0074】

判別の一例を説明すると、この判別は、例えば、送信先識別情報あるいは送信元識別情報が、ボリュームマッピング情報511の実ボリューム管理情報532あるいは仮想ボリューム管理情報531に登録されており、かつ、仮想化処理モジュール管理情報533に自身の識別情報が登録されている場合に、自身での仮想化処理が必要なフレームデータであると判定するというように行われる。

#### 【0075】

(18) ステップ126の判別で、自身での仮想化（送信元／送信先識別情報変換）処理が必要と判別した場合、仮想化処理として、ボリュームマッピング情報511の仮想ボリューム管理情報531と実ボリューム管理情報532を用いて、受信したフレームデータに含まれる送信元の識別情報あるいは送信先の識別情報を、仮想ボリュームの識別情報あるいは実ボリュームの識別情報に置き換える処理を実施する（ステップ127）。

#### 【0076】

この処理の一例を説明すると、この処理は、例えば、受信したフレームデータに含まれ



る送信先の識別情報が仮想ボリュームの識別情報と一致する場合（ホストコンピュータから仮想化制御装置）、送信先の識別情報を実ボリュームの識別情報に、あるいは、受信したフレームデータに含まれる送信元の識別情報が実ボリュームの識別情報と一致する場合（仮想化制御装置からホストコンピュータ）、送信元の識別情報を仮想ボリュームの識別情報に置き換える処理を実施するというように行われる。

#### 【0077】

(19) ステップ126の判別で、自身での仮想化処理が不要と判別された場合、あるいは、ステップ127での変換処理を実施した後、その他の転送処理プログラム515は、受信したフレームデータに含まれるコマンド識別情報と、仮想化ルーティング制御情報512を用いてフレームデータの転送先を検出する（ステップ128）。

#### 【0078】

前述の転送先検出処理の一例を説明すると、転送先検出処理は、例えば、受信したフレームデータに含まれるコマンド識別情報と一致する仮想化ルーティング制御情報512の送信元管理情報541のコマンド識別情報を検出し、当該コマンド識別情報に対応する送信先管理情報542の送信先識別情報をフレームデータの転送先として検出するというように行われる。

#### 【0079】

(20) さらに、その他の転送処理プログラム515は、受信したフレームデータに含まれるコマンド識別情報を、仮想化ルーティング制御情報512の送信元管理情報541の対応する送信元コマンド識別情報に置き換え、前述で検出したフレームデータの転送先に送信して一連の処理を終了する（ステップ129）。

#### 【0080】

前述したフローの説明において、説明を簡略にするため、ポート部の識別情報を外部（ホストコンピュータあるいは記憶装置との間で用いる識別情報）と内部（仮想化制御装置内の他の部位との間で用いる識別情報）とを同一として説明したが、本発明は、これに限定するものではなく、それぞれが独立した識別情報を持つ場合、それらに関連付ける情報を持てばよい。

#### 【0081】

図8は仮想化制御装置2を構成するストレージ制御部7によって実行されるフレームデータの転送処理の処理動作を説明するフローチャートであり、次に、これについて説明する。この処理は、ポート部6からのフレームデータの受信を契機として起動されるストレージ制御部7の仮想化ルーティング処理部501の仮想化ルーティング処理プログラム516によって実現される。

#### 【0082】

##### 1. コマンドフレームの場合

(1) フレームデータを受信した仮想化制御装置2のストレージ制御部7は、前述のポート部6の場合と同様に、受信したフレームデータに含まれるフレームデータの種別情報を用いてフレームデータの種別を検出し、受信したフレームデータがコマンドフレームか否かを判定し、受信したフレームデータがコマンドフレームであった場合、コマンド転送処理プログラム513が以下のコマンドフレームの転送処理を実行する（ステップ110）。

#### 【0083】

(2) まず、受信したフレームデータに含まれるフレームデータの送信先識別情報、及び、必要な場合、受信したフレームデータのペイロードに含まれる各種情報（送信先のLUN等）と、ボリュームマッピング情報511とを用いて、後述するコマンド変換処理を自身で実施するか否かを判別する（ステップ131）。

#### 【0084】

判別の一例を説明すると、この判別は、例えば、送信先のPort ID やLUN が、ボリュームマッピング情報511の仮想ボリューム管理情報531に登録されいて、かつ、仮想化処理部位管理情報533に自身の識別情報が登録されている場合に、そのコマンドは自身



でのコマンド変換処理が必要なフレームデータであると判定するというように行われる。

【0085】

(3) ステップ131の判別で、自身でのコマンド変換処理が必要と判別した場合、コマンド変換処理に先立ち、記憶装置3に対するアクセスの要否を判別する(ステップ132)。

【0086】

このアクセスの要否の判別は、例えば、ホストコンピュータ1からのアクセス要求がリードコマンドであり、かつ、リード要求対象のデータが自身のキャッシュ75に格納されている場合、記憶装置3に対するアクセス(リード処理)を実施することなくホストコンピュータ1からのアクセス要求を処理することが可能と判定するというように行われる。なお、記憶装置3に対するアクセス要否の判別は、前述した例に限定されるものでない。

【0087】

(4) ステップ132の判別で、記憶装置へのアクセスの必要がないと判定した場合、コマンド転送処理プログラム513は、自身のキャッシュ75を用いてホストコンピュータ1との間で実施されるデータ転送処理を実行し、さらに、アクセス要求を実行した結果であるステータス情報を含むレスポンスフレームを生成、発行して一連の処理を終了する(ステップ133、134)。

【0088】

(5) ステップ132の判別で、記憶装置へのアクセスが必要と判定した場合、コマンド転送処理プログラム513は、ボリュームマッピング情報511の仮想ボリューム管理情報531と実ボリューム管理情報532とを用いて、受信したコマンドフレームに含まれる送信先識別情報を実ボリュームに対応した識別情報に、送信元識別情報を自身の識別情報に、LUN等のアクセス要求(コマンド)情報を実ボリュームに対応したLUN等のアクセス要求情報に置き換える処理をコマンド変換処理として実施する(ステップ135)。

【0089】

前述したストレージ制御部のコマンド変換処理として、複数の物理的なディスク装置を例えば1つの論理的な記憶装置としてホストコンピュータに見せる制御、また、ホストコンピュータがアクセスするデータに対する冗長データとしてパリティデータを付加して格納し、任意の1台のディスク装置に障害が発生しても、上記パリティデータを用いてホストコンピュータとのデータ転送処理を可能とする一連のパリティ制御等を実行することも可能である。その場合、この制御を実行する処理プログラム、及び、関連する制御情報をストレージ制御部で持つことが必要である。但し、ストレージ制御部における前述したディスクアレイ制御は、本発明とは直接関係がないため、その詳細な説明は省略する。

【0090】

(6) ステップ131の判別で、自身でのコマンド変換処理が不要と判別した場合、あるいは、ステップ135でのコマンド変換処理を実施した後、コマンド転送処理プログラム513は、ボリュームマッピング情報511の記憶装置接続部位管理情報534を用いてコマンドフレームの転送先を検出する(ステップ136)。

【0091】

(7) 次に、コマンド転送処理プログラム513は、受信したコマンドフレームに含まれる送信元識別情報とコマンド識別情報と、コマンドフレームの転送先を識別する送信先識別情報と、自身が生成したコマンド識別情報とを、仮想化ルーティング制御情報512の送信元管理情報541、送信先管理情報542として登録する(ステップ137)。

【0092】

(8) さらに、コマンド転送処理プログラム513は、受信したコマンドフレームに含まれるコマンド識別情報を自身が生成したコマンド識別情報に置き換え、前述で検出したコマンドフレームの転送先に送信して一連のコマンドフレーム転送処理を終了する(ステップ138)。

【0093】

2. コマンドフレーム以外の場合

ステップ110の判定で、受信したフレームデータがコマンドフレーム以外であった場合の処理は、図7に示すフローにより説明したものと同一であり、その説明を省略する。

#### 【0094】

また、前述の図8に示すフローの説明において、記憶装置へのアクセスが必要か否の判定処理及び自身のキャッシュ75を用いてホストコンピュータ1との間で実施されるデータ転送処理の詳細についてはその説明を省略しているが、これらの処理は、従来の記憶装置におけるキャッシュ制御と同等の処理で実現することができるものである。

#### 【0095】

図9はパス切替え処理の処理動作の例について説明するフローチャートであり、次に、図9を参照して、本発明の実施形態におけるパス切替え処理の一例を説明する。説明している本発明の第1の実施形態は、管理者が管理装置3を用いて仮想化制御装置2に対して発行したアクセスパスの切替え指示を契機として、パス切替え処理を実行するものである。

#### 【0096】

##### 1. パス切替え指示の生成・発行

(1) まず、管理者は、管理装置3を用いて、任意の仮想ボリュームに対するアクセスパスの切替え指示を生成し、仮想化制御装置2に対してこの切替え指示を発行する（ステップ200）。

#### 【0097】

なお、アクセスパスの切替え指示は、前記ボリュームマッピング管理情報411を用いて、ボリュームマッピング情報511の仮想化処理部位管理情報533の変更を指示することにより実現するものとし、管理者は、管理装置3が提供するボリューム管理プログラム414を実行させることにより、アクセスパスの切替え指示の生成及び発行を行うものとする。

#### 【0098】

(2) 管理装置3からのアクセスパスの切替え指示は、仮想化制御装置2の管理部8によって受信され、管理部8のパス切替え処理プログラム520が起動される。そして、管理部8のパス切替え処理プログラム520は、前述のアクセスパスの切替え指示情報（例えば、仮想化処理部位管理情報533を変更したボリュームマッピング管理情報411）と自身の保持するボリュームマッピング情報511とに基づいて、パス切替え処理の統括制御を実施する部位を検出し、検出した部位に対して自身が受信したパス切替え指示と同様のパス切替え指示を生成、発行する（ステップ210、211）。

#### 【0099】

なお、ここで説明している例では、ホストコンピュータ1と接続されるポート部6(In Port)で、アクセスパスの切替え処理を統括制御するものとし、前述した管理部8からのパス切替え指示は、ポート部6(In Port)で受信されるものとする。

#### 【0100】

(3) 管理部8からパスの切替え指示を受信したポート部6(In Port)は、自身のパス切替え処理プログラム520を起動する。ポート部6(In Port)のパス切替え処理プログラム520は、パスの切替え指示と自身が保持するボリュームマッピング情報511とに基づいて、パス切替え処理の制御対象となるボリューム及び部位を検出し、検出した制御対象のボリュームに対応するボリュームマッピング情報511のコマンド処理モードとして“ペンディングモード”を設定する（ステップ220、221）。

#### 【0101】

以降、当該ボリュームに対するホストコンピュータ1からのアクセス要求（コマンド）は、前述のコマンド転送処理プログラムの処理手順に従って処理される。

#### 【0102】

(4) さらに、ポート部6(In Port)のパス切替え処理プログラム520は、パス切替え処理の制御対象となるボリュームに対する未完了のコマンドの有無を検出する。この未完了のコマンドの有無の検出は、例えば、仮想化ルーティング制御情報512に、パス切替

え処理の制御対象となるボリュームが登録されているか否か検索することにより判別することが可能である（ステップ222）。

【0103】

(5) ステップ222の未完了コマンドの有無の検出で、未完了コマンドがあることを検出した場合、未完了のコマンドがなくなるまで個々のコマンド処理の完了を待つ（ステップ223）。

【0104】

(6) ステップ222の未完了コマンドの有無の検出で、未完了コマンドがないことを検出した場合、あるいは、未完了コマンドがなくなったことを検出した場合、ポート部6(In Port)のパス切替え処理プログラム520は、関連する（制御対象となる）部位に対してそれぞれが保持管理するボリュームマッピング情報511の更新要求を発行する（ステップ224）。

【0105】

(7) ステップ224の処理によるボリュームマッピング情報511の更新要求を受信した各部位は、要求に基づきボリュームマッピング情報511の更新を行い、ポート部6(In Port)に対して完了報告を発行する（ステップ230）。

【0106】

(8) ボリュームマッピング情報511の更新完了を受信したポート部6(In Port)は、前述した図7のコマンド転送処理プログラムのフローにおけるステップ114の処理でコマンドキューイングの後中断されたコマンドフレームを新たなアクセスパス情報に基づいて発行する（ステップ225）。

【0107】

(9) その後、ポート部6(In Port)のパス切替え処理プログラム520は、管理部8に対してパス切替え処理の終了報告を行って一連の処理を終了する（ステップ226）。

【0108】

(10) ポート部6(In Port)からの終了報告を受信した管理部8は、管理装置4に対してパス切替え処理の終了報告を行って一連の処理を終了する（ステップ212）。

【0109】

(11) 管理部8からの終了報告を受信した管理装置4は、必要であれば、ボリュームマッピング管理情報411の更新、あるいは、管理者への終了報告を行って一連の処理を終了する（ステップ201）。

【0110】

前述した処理によって、第1のアクセスパス（ホストコンピュータ1と記憶装置3とが、ポート部6-1(In Port)、ストレージ制御部7、ポート部6-2(Out Port)を介して接続される経路）と、第2のアクセスパス（ホストコンピュータ1と記憶装置3とが、ポート部6-1(In Port)、ポート部6-2(Out Port)を介して接続される経路）との切替え（最適化）処理を、管理者の指示に基づいて実行することができる。

【0111】

前述において、第1のアクセスパスは、ストレージ制御部7のキャッシュ75を介すアクセスパスであるため、キャッシュ効果が期待されるアクセス特性を持つボリュームへのアクセスパスとして設定され、他方の第2のアクセスパスは、キャッシュ効果が期待され難いアクセス特性を持つボリュームへのアクセスパスとして設定されるようにすることによって、キャッシュ75の有効活用（キャッシュ資源の浪費防止）、及び、上位装置であるホストコンピュータ1から見た記憶装置のアクセス性能の向上（アクセス頻度の高いボリュームに対するアクセス要求処理の高速化）を図ることが可能となる。

【0112】

また、キャッシュ75の効果を期待しなくてよいデータ転送処理については、ポート部6-1、6-2間(In Port とOut Port間)で直接データ転送処理を実施することにより、バックプレーン9の帯域を有効に使用することができるという効果を得ることができる。この理由は、ストレージ制御部7を介したデータ転送が、2回のバックプレーンを用い

たデータ転送であるのに対し、ポート部間でのデータ転送が、バックプレーンを1回しか使用しないためである。

#### 【0113】

そこで、本発明は、例えば、現在第2のアクセスパスが設定されているが、今後アクセス頻度の増加が予想されるアプリケーションに割当てられたボリュームへのアクセスパスを、第2のアクセスパスから第1のアクセスパスに切替え、逆に、現在第1のアクセスパスが設定されているが、今後アクセス頻度の減少が予想されるアプリケーションに割当てられたボリュームへのアクセスパスを、第1のアクセスパスから第2のアクセスパスに切替えるというような制御を行うことが可能となる。

#### 【0114】

なお、前述した例において、アプリケーション毎に記憶装置のボリュームを割当てることも可能である。また、前述の説明では、管理者からの指示を契機としてホストコンピュータと記憶装置とのアクセスパスの切替え処理を実施する場合を例として、その処理例を説明したが、本発明は、これに限定されるものではない。

#### 【0115】

次に、ホストコンピュータと記憶装置とのアクセスパスの切替え処理に関する他の例を第2の実施形態として説明する。ここで説明する本発明の第2の実施形態は、スケジューリング情報に基づいてアクセスパス切替えの制御を行う例である。なお、計算機システムとしての構成は、図1に示したものと同一であってよい。

#### 【0116】

図10は第2の実施形態における管理装置4の記録媒体42に格納されていて、メモリ41に読み込まれてCPU40によって実行されるプログラム及び管理装置4の記録媒体42に格納される管理情報の例を示す図である。

#### 【0117】

図10に示す例は、前述した図2に示した例のものに、パス切替え管理情報413とパス切替え管理プログラム416とを有するパス切替え管理部403を新たに設けた点を除いて図2と同一の構成である。

#### 【0118】

パス切替え管理プログラム416は、仮想化制御装置2からボリュームマッピング情報511を読み出し、アクセスパスの情報として出力装置に出力し、あるいは、管理者に通知し、また、管理者からパス切替え管理情報413への登録情報や更新情報を受付けて、これらの情報を仮想化制御装置2に設定するために実行されるプログラムである。また、パス切替え管理情報413は、仮想化制御装置2から受信したパス切替え制御情報519や、管理者から受け付けた登録情報、更新情報を有して構成される。なお、管理装置4のCPU40がパス切替え管理情報413を利用してパス切替え管理プログラム416を実行することによって、パス切替え管理部403が実現される。

#### 【0119】

前述において、管理者から指示されてパス切替え管理情報413に登録される情報には、アクセスパスをどのように切替えるのかを指定する切替えパス情報と、アクセスパスの切替え処理をいつ実行するのかを指定するスケジュール情報とを含むものとする。

#### 【0120】

仮想化制御装置2を構成する何れかの部位（ポート部6-1、6-2、ストレージ制御部7、管理部8）のCPUによって実行されるプログラムと管理情報とは、ポート部6(In Port)におけるパス切替え処理部503の処理内容が一部異なることを除き、図3に示してすでに説明した第1の実施形態の場合と同一である。

#### 【0121】

次に、第2の実施形態におけるポート部6(In Port)におけるパス切替え処理部503の構成及び処理の例について説明する。

#### 【0122】

パス切替え処理部503は、管理部8を介して管理装置4から受信したパス切替え管理

情報 413 (切替えパス情報、スケジュール情報) を、パス切替え制御情報 519 として格納する。

【0123】

パス切替え処理プログラム 520 は、前述のパス切替え制御情報 519 として保持する切替えパス情報に基づいて前述した実際のアクセスパスの切替え処理を実行するプログラムと、前述のパス切替え制御情報 519 として保持するスケジュール情報に基づいてアクセスパスの切替え処理の起動制御を実行するプログラムとを有する。

【0124】

そして、アクセスパスの切替え処理の起動制御を実行するプログラムは、前述した第 1 の実施形態における管理部 8 からのパス切替え指示に代るパスの切替え契機を自身で検出することによって、以降のアクセスパスの切替え処理を実行する。

【0125】

なお、本発明の第 2 の実施形態でのアクセスパスの切替え処理は、前述の第 1 の実施形態とは、アクセスパスの切替え処理の起動制御が異なることを除き、他の処理 (アクセスパスの切替え処理: 図 9 における処理ステップ 224 ~ 226、及び、関連部位の処理ステップ 230) は同一であるため、その説明を省略する。

【0126】

本発明の第 2 の実施形態は、前述したような処理によって、頻繁に発生するアクセスパスの切替え (最適化) 処理を、管理者からの指示を契機とすることなく実行することができる。例えば、アプリケーション毎に記憶装置のボリュームを割当てて使用する環境において、アプリケーション毎のアクセス頻度の増減が予想可能な場合、予め前述のスケジュール情報を設定しておくことにより、アクセスパスの切替え処理の起動制御を仮想化制御装置が自律的に実行することが可能となり、管理者の負荷を軽減することができる。

【0127】

なお、ここでいうアクセスパスの最適化とは、ホストコンピュータと記憶装置との間で使用可能なアクセスパスが複数存在する場合、記憶装置のボリューム毎のそのボリュームに対するアクセス傾向に基づいて、アクセスパス上に介在する資源 (内部ネットワーク (バックプレーン) 帯域、キャッシュ、プロセッサ、他) を最大限に有効活用することができるアクセスパスを設定する (必要な場合切替える) ことであり、これにより、資源の有効活用、及び、システム性能の向上を実現することが可能となる。

【0128】

また、前述の説明では、管理者からの指示 (パス切替え管理情報 413) が管理装置 4 から管理部 8 を介してポート部 6 に転送される場合を例としたが、本発明は、これに限るものではなく、管理装置 4 から直接制御対象のポート部 6 に送信することも可能である。また、前述の説明では、管理者からのパス切替え管理情報 413 に基づいてポート部 6 でアクセスパスの切替え処理契機を検出する場合を例としたが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、管理者からの指示を受けた管理装置 4 が、仮想化制御装置 2 に対するアクセスパスの切替え処理の起動制御を実行する (管理装置 4 でアクセスパスの切替え指示を発行する契機を制御する) ことも可能である。この場合、仮想化制御装置 2 は、第 1 の実施形態と同一の構成でよい。

【0129】

なお、前述した本発明の第 2 の実施形態は、管理者によるアクセス頻度の増減予測、あるいは、キャッシュの効果が期待されるアクセス頻度の増減予測に基づくアクセスパスの切替え処理を実施する場合を例としたが、本発明は、これに限定されるものではない。

【0130】

次に、ホストコンピュータと記憶装置とのアクセスパスの切替え処理に関するさらに他の例を第 3 の実施形態として説明する。ここで説明する本発明の第 3 の実施形態は、設定条件と仮想化制御装置によるアクセス頻度の増減予測とに基づいてアクセスパス切替えの制御を行う例である。なお、計算機システムとしての構成は、図 1 に示したものと同一であってよい。

**【0131】**

図11は本発明の第3の実施形態における仮想化制御装置2のポート部6(In Port)のCPUによって実行されるプログラムと管理情報との例を示す図である。

**【0132】**

図11に示す例は、前述した図3に示した例のものに、アクセス履歴管理情報523とアクセス傾向検出処理プログラム524とを有するアクセス傾向検出処理部504を新たに設けた点を除いて図3と同一の構成である。

**【0133】**

前述において、アクセス履歴管理情報523は、アクセス傾向検出処理プログラム524がホストコンピュータ1と記憶装置3との間で転送されるコマンドフレームを監視することによって生成、保持される情報であり、ボリューム及び後述するアクセス種別毎のアクセス件数を有する。また、アクセス傾向検出処理プログラム524は、アクセス履歴管理情報523に基づいて、図3に示すパス切替え処理部503に対してアクセスパスの切替え指示を発行するものである。

**【0134】**

そして、アクセス傾向検出処理部504以外の各処理部において、保持管理される情報及び処理プログラムの内容については、前述の第2の実施形態とほぼ同一であるため、その詳細な説明を省略する。

**【0135】**

図12はアクセス傾向検出処理プログラム524が検出するアクセス種別の例を示すテーブルである。図12に示すように、アクセス種別情報550は、データの読み出しを実行するリード系アクセスとデータの書き込みを実行するライト系アクセスとに分類され、さらに、これらのアクセスをアクセス領域に基づき、近傍アドレスアクセス、同一アドレスアクセス、連続アドレスアクセス、その他のアクセスに分類されるものとしている。

**【0136】**

前述において、その他に分類されるアクセスは、それまでのアクセスと関連付けられない(近傍、連続に分類されない)アクセスである。しかし、その他に分類されるアクセスは、後発のアクセスによって関連付けられる(近傍、連続に分類される)アクセスを含むため、減少する可能性のある履歴情報である。一方、その他以外の履歴情報(アクセス件数)は、初期化等でクリアされる場合を除き減少することのない履歴情報である。

**【0137】**

また、図12に示しているように、分類された各アクセスは、アクセス種別毎に重み付け係数を設定できるものとしている。この重み付け係数551は、後述するパス切替え処理における起動制御の際に優先順位算出の条件として用いられるものであり、図12に示す例は、キャッシュの効果が期待できるアクセス種別に大きな値、逆にキャッシュの効果が期待できないアクセス種別に小さな値が設定されたとした例である。

**【0138】**

なお、キャッシュの効果が期待できるか否か、及び、アクセス領域のばらつきに対し何処までを近傍アドレスと分類するかは、実際の使用環境等の影響を大きく受けるものであり、前述の重み付け係数は、管理者等から別途任意の値が設定可能であることが望ましい。

**【0139】**

図13はポート部6(In Port)で管理されるアクセス履歴管理情報523の例を示す図である。

**【0140】**

図13において、アクセス履歴管理情報523は、ボリューム毎に任意の時点でのアクセス種別毎のアクセス件数552を保持するものである。また、このアクセス履歴管理情報523におけるアクセス件数の情報は、アクセス傾向検出処理プログラム524がホストコンピュータ1からのアクセス要求情報を解析することによって登録、更新されるものである。図13には、図4で示した各ボリューム(LUN=0/1/2/3)に対するアクセス件数の

例としてそれぞれの値が登録されている例を記載している。

【0141】

ここで、図13に示すアクセス履歴管理情報523に示すボリューム毎のアクセスに、図12に示した重み付け係数に基づいて優先順位算出値（ポイント）を、重み付け係数とアクセス件数との積の和として算出してみると、LUN0が310ポイント、LUN1が170ポイント、LUN2が-70ポイント、LUN3が-200ポイントとなり、LUN0がで最優先で、以降、LUN1、LUN2、LUN3の優先順位となって、図5で示した現在のアクセスパスの設定（LUN0／1が第1のアクセスパスに設定、LUN2／3が第2のアクセスパスに設定）が妥当であると判定される。

【0142】

なお、前述したような優先順位を検出し現在のアクセスパスでの妥当性を検証する処理は、アクセス傾向検出処理プログラム524で実行されるものである。

【0143】

図14は任意の時点でのアクセス履歴管理情報523の例を示す図であり、図13で例示したアクセス傾向に対して、LUN0のアクセス傾向における連続アドレスリードの発生頻度が高くなっている場合を例としたものである。

【0144】

前述した場合と同様に、図14に示すアクセス履歴管理情報523に示す各ボリュームに対して前述の重み付け係数に基づく優先順位算出値を算出すると、LUN0は、-170ポイントで第3位の優先順位となり、アクセス傾向検出処理プログラム524は、図5に示したアクセスパスの設定が不适当であると判定することになり、その結果として、アクセス傾向検出処理プログラム524は、前述のパス切替え処理部503に対してアクセスパスの切替え指示（説明している例の場合、LUN0のアクセスパスを第1のアクセスパスから第2のアクセスパスに切替える要求）を発行する。

【0145】

そして、前述したアクセスパスの切替え要求を受信したパス切替え処理部503は、前述のパス切替え処理と同一の処理を実行することにより、アクセスパスの切替え処理を実行することができる。

【0146】

また、前述の重み付け係数に基づく優先順位の算出結果で第2位の優先順位となったLUN2に対するアクセスパスに関しても同様の処理を実行することにより、アクセスパスの切替え処理（LUN2のアクセスパスを第2のアクセスパスから第1のアクセスパスに切替える処理）を実現することができる。

【0147】

前述の説明では、優先順位の算出結果に基づいたアクセスパスの切替え処理として、優先順位が第2位までのアクセスパスに第1のアクセスパスを、それ以降の優先順位のアクセスパスとして第2のアクセスパスを設定するものとして説明したが、本発明は、これに限られるものではなく、例えば、任意の優先順位で、あるいは、前述した優先順位を決定するための算出ポイントの結果がプラスになるかマイナスになるかでアクセスパスの設定を行うことも可能である。

【0148】

本発明の第3の実施形態は、前述したような処理を行うことにより、管理者からの指示を契機とすることなく、また、管理者が予測しがたいアクセス傾向の変化が発生した場合にも、実際のアクセス傾向に基づくアクセスパスの切替え（最適化）処理を実行することができる、管理者の負荷をさらに軽減することができる。

【0149】

また、前述した本発明の第3の実施形態は、任意の時点でのアクセス傾向（ボリューム及びアクセス種別毎のアクセス件数）に基づいてアクセスパスの切替え制御を行うものとして説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、他のアクセスパス切替え処理の条件を有し、これらの条件の組合せでアクセスパスの切替え処理を制御する



ことも可能である。この場合、例えば、ボリューム毎の重み付け情報をパス切替え制御情報 519 として保持し、パス切替え処理プログラム 520 が、総合的に切替え処理の要否を判断するようにすればよい。

#### 【0150】

前述したような処理を行うことにより、前述で説明したアクセス傾向のみに依存したアクセスパスの設定を行うのではなく、アクセス傾向のみに依存しないアクセスパスの設定を行うことが可能となる。例えば、任意のボリュームをユーザに提供する際の課金条件をボリューム毎の重み付け情報として、アクセス頻度は高くないが課金の高い特定のボリュームに第 1 のアクセスパスを設定し、逆に、アクセス頻度は高いが課金の低い特定のボリュームに第 2 のアクセスパスを設定し、同一課金の場合、前述のアクセス傾向を条件とするアクセスパスの切替え処理を実行する等の制御が可能となる。

#### 【0151】

前述した本発明の第 3 の実施形態は、アクセスパスの切替え処理として第 1 のアクセスパスと第 2 のアクセスパスとを切り替える場合を例として説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、第 1 のアクセスパスにおいて、アクセスパス上に介在するストレージ制御部を切替えるようにすることも可能である。

#### 【0152】

次に、ホストコンピュータと記憶装置とのアクセスパスの切替え処理に関するさらに他の例を第 4 の実施形態として説明する。ここで説明する本発明の第 4 の実施形態は、仮想化制御装置 2 の同一機能を提供する各部位の使用率に基づいて、部位相互間での切替え（変更）を行うアクセスパスの切替えの制御を行う例である。また、ここで説明する本発明の第 4 の実施形態は、仮想化制御装置 2 を構成する各部位の資源の使用状況を統括管理し、それらの資源の使用状況に基づくアクセスパスの切替え（最適化）処理を実行することによって、例えば、複数のストレージ制御部 7 におけるキャッシュ 75、CPU 70 等の負荷分散を実現し、その結果としてシステム性能の向上を実現するものである。なお、計算機システムとしての構成は、図 1 に示したものと同一であってよい。

#### 【0153】

図 15 は本発明の第 4 の実施形態における仮想化制御装置 2 を構成する何れかの部位（ポート部 6、ストレージ制御部 7）におけるプログラムと管理情報との例を示す図である。

#### 【0154】

図 15 に示す例は、前述した図 3 に示した例のものに、資源使用率情報 525 と資源使用率検出処理プログラム 526 とを有する資源管理処理部 505 を新たに設けた点を除いて図 3 と同一の構成である。

#### 【0155】

なお、管理部 8 におけるプログラム及び管理情報は、後述する処理の内容が一部異なることを除き、前述の図 3 に示すもの同一の構成であるため、図面を省略する。

#### 【0156】

資源使用率情報 525 は、資源使用率検出処理プログラム 526 によって自身の資源であるプロセッサ、キャッシュ等についての使用状況（使用率）を監視した結果として収集されて保持される情報である。

#### 【0157】

次に、仮想化制御装置 2 の管理部 8 において、仮想化制御装置 2 を構成する複数のストレージ制御部 7 における資源（キャッシュ）の使用状況を統括管理し、また、それらの資源の使用状況に基づいてアクセスパスの切替え（最適化）処理を実行するものとして、本発明の第 4 の実施形態におけるパス切替え処理の例を説明する。

#### 【0158】

図 16 は第 4 の実施形態における管理部 8 のパス切替え処理の起動（パス切替え指示の生成、発行）制御の処理動作を説明するフローチャートであり、次に、これについて説明する。



**【0159】****1. 使用率情報の収集（ステップ300）**

先ず、管理部8は、仮想化制御装置2を構成する各ストレージ制御部7に対して資源の使用状況（使用率）の問合せ要求を発行し、各ストレージ制御部7から報告された資源の使用状況をパス切替え制御情報519として保持する。

**【0160】****2. パス切替え処理実施の判別（ステップ301）**

次に、管理部8は、管理者から管理装置4等を介してパス切替え制御情報519として予め設定、保持している資源の使用率に基づくアクセスパスの切替え条件等の情報と、ステップ300の処理で収集した各資源の使用率等の情報とを用いて、アクセスパスの切替え処理を実行するか否かを判定する。この判定は、例えば、アクセスパスの切替え条件として設定されている資源毎の使用率の上限値に対して、各ストレージ制御部7から報告された資源の使用率が超過しているか否かによりアクセスパスの切替え処理を行う必要があるか否かの要否判別を行い、さらに、特定のストレージ制御部7において資源の使用率が閾値を超過している（アクセスパスの切替え処理が必要である判別した）場合、使用率が閾値を超過しているストレージ制御部7が仮想化処理部位として設定されているボリュームの中で他のストレージ制御部に仮想化処理を移管可能なボリュームの有無及び移管先のストレージ制御部7を各ストレージ制御部7から報告された資源の使用状況に基づいて検出する。

**【0161】****3. パス切替え指示の生成、発行（ステップ302）**

管理部8は、アクセスパスの切替え処理を実行する場合、前述したステップ301のパス切替え処理実施の判別で検出したアクセスパスの切替え元、切替え先の情報を含むパス切替え制御情報505を生成し、ポート部8(In Port)に対してアクセスパスの切替え指示を発行する。

**【0162】**

その後のアクセスパスの切替え処理は、前述した本発明の各実施形態の場合と同一であり、説明を省略する。

**【0163】**

前述した本発明の第4の実施形態は、前述したような処理を実行することにより、管理者からの指示を契機とすることなく、また、管理者に予測しがたいアクセス傾向の変化、特に、仮想化制御装置2を構成する特定部位の資源に対する使用率が過負荷になった場合でも、仮想化制御装置2を構成している資源に余裕のある他の同等部位に処理を移管するアクセスパスの切替え（最適化）処理を仮想化制御装置2内で実行することができる。

**【0164】**

これにより、本発明の第4の実施形態によれば、管理者の負荷軽減、更に、仮想化制御装置2を構成する部位間の負荷分散によるシステム性能の向上を図ることが可能となる。前述したような負荷分散に係る効果は、仮想化制御装置2を構成するポート部6、ストレージ制御部7等の増設時等の際にも期待することができる。

**【0165】**

前述した本発明の第4の実施形態は、仮想化制御装置2を構成する部位の資源としてストレージ制御部7のキャッシュ75の使用率に基づくアクセスパスの切替え制御を例として説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、ストレージ制御部7のCPU70の使用率に基づくアクセスパスの切替え制御、あるいは、これらの組合せによるアクセスパスの切替え制御を実施するようにすることも可能である。

**【0166】**

さらに、本発明は、ストレージ制御部7の資源の使用率に基づくアクセスパスの切替え制御に限定されるものでもなく、例えば、ポート部6のCPU60の使用率、ポート部6のインタフェース制御部63の使用率、あるいは、これらの組み合わせに基づいてアクセスパスの切替え制御を実現することも可能である。

**【0167】**

さらに、前述した本発明の第4の実施形態は、仮想化制御装置2の管理部8において、仮想化制御装置2を構成する各部位の資源の使用状況を統括管理し、それらの資源の使用状況に基づいてアクセスパスの切替え（最適化）処理を実行するものとして説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、仮想化制御装置2を構成する個々の部位で、管理部8が実施していた前述の処理を実行するようにすることも可能である。

**【0168】**

その場合、仮想化制御装置2を構成しアクセスパスの切替え（最適化）処理を実行する部位は、予め設定された自身が管理する資源の使用率の閾値と使用状況との比較を行い、閾値に対して現在の使用率が超過している場合に、同等の機能を提供する他の部位における各種資源の使用状況を収集し、収集した他の部位における資源の使用状況に基づいて移管先を検出する。そして、移管先を検出したアクセスパスの切替え（最適化）処理を実行する部位は、さらに、前述した図16のステップ301のパス切替え処理実施の判別の処理で検出したアクセスパスの切替え元、切替え先の情報を含むパス切替え制御情報505を生成し、ポート部8(In Port)に対してアクセスパスの切替え指示を発行することにより、一連のアクセスパスの切替え（最適化）処理を起動することが可能である。

**【0169】**

さらに、前述した本発明の第4の実施形態における仮想化制御装置2の管理部8が各部位の資源の使用率情報の収集に係る処理を起動する制御は、任意の間隔で実施することが可能であるが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、仮想化制御装置2を構成する各部位が、予め設定された自身が管理する資源の使用率の閾値と使用状況との比較を実施し、閾値に対する現在の使用率が超過している場合に、管理部8に対するアクセスパスの切替え要求を発行し、この要求の受信を契機として管理部8が使用率情報の収集すると共に他の処理を起動するようにすることも可能である。

**【0170】**

さらに、前述した本発明の第4の実施形態は、仮想化制御装置2を構成する任意の部位が、資源の使用率に基づくパスの切替え制御に係る制御情報をパス切替え制御情報519として予め設定され保持しているものとしたが、本発明は、この制御情報を管理者等から管理装置4のパス切替え処理プログラム416を介して登録し、参照、更新することが可能であることが望ましい。

**【0171】**

前述した本発明の各実施形態は、記憶システムを構成する記憶装置相互間でのデータ移行処理を行うことなく、ホストコンピュータと記憶装置とを接続する仮想化制御装置内の複数のアクセス経路から最適なアクセス経路を選択して切替える制御を、管理者からの切替え指示、管理者から設定されたスケジュール情報、ホストコンピュータからのアクセス傾向、仮想化制御装置を構成する各種資源の使用率に基づいて実行するものとして説明したが、本発明は、さらに、その他のバリエーションも可能であり、次に、それらの例について説明する。

**【0172】**

(1) 仮想ボリュームと実ボリュームとが1対1に対応しない場合

前述までに説明した本発明の各実施形態は、仮想ボリュームと実ボリュームとが1対1に対応する場合を例に説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、1つの仮想ボリュームが複数の実ボリュームから構成される場合にも、本発明を適用することが可能である。

**【0173】**

図17は1つの仮想ボリュームが2つの実ボリュームから構成される場合の仮想化制御装置2で管理されるボリュームマッピング情報511の例を示す図である。図17に示す例は、前述した図5に示した例のものにおける仮想ボリューム管理情報531の中に、新たにアドレス情報を設けた点を除いて図5と同一の構成である。

**【0174】**

図17に示すボリュームマッピング情報511の例は、仮想ボリューム管理情報531における Port ID=V\_Pid\_1、Port Name=V\_Pname\_1、LUN=0で識別される仮想ボリュームにおいて、0h~98967Fh のアドレス領域がPort ID=P\_Pid\_1、Port Name=P\_Pname\_1で識別される記憶装置のLUN=0 で識別されるボリュームにマッピングされ、989680h~1312CFFh のアドレス領域が同記憶装置のLUN=4 で識別されるボリュームにマッピングされている例を示している。さらに、図17において、Port ID=V\_Pid\_1、LUN=0で識別される仮想ボリュームに対する仮想化処理を実行する部位として、同一ストレージ制御部7の識別子情報(図17においては、Storage Controller #1)が設定されることが望ましいが、これに限定されるものではない。

#### 【0175】

前述では、1つの仮想ボリュームが2つの実ボリュームから構成される場合についてセグメントしたが、本発明は、1つの仮想ボリュームが2つ以上の実ボリュームから構成されてもよく、また、複数の仮想ボリュームを1つの実ボリュームに構成してもよい。

#### 【0176】

(2) 記憶装置の全ての実ボリュームを仮想化制御の対象としない場合

前述までに説明した本発明の各実施形態は、記憶装置の全てのボリュームを仮想化制御対象とする場合を例に説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、記憶装置の任意のボリュームについて、前述した仮想化処理を実施することなくホストコンピュータに提供する場合にも、本発明を適用することが可能である。

#### 【0177】

図18は記憶装置の1つのボリュームについて仮想化処理を実施することなくホストコンピュータに提供する場合の仮想化制御装置2で管理されるボリュームマッピング情報511の例を示す図である。図18に示す例は、前述した図17に示した例のものにおける仮想ボリューム管理情報531 (Port ID、Port Name、LUN)として、実ボリュームの識別情報(実ボリューム管理情報)と同一の情報が設定され、さらに、仮想化処理部位管理情報533として“仮想化処理を実施しない(None)”が設定されていることを除き、図17と同一である。

#### 【0178】

なお、図18において、Port ID=P\_Pid\_1、LUN=3で識別されるボリュームに対するアクセスパスの切替え制御は、記憶装置接続部位管理情報534に設定されているポート部(Output Port)が対象となる。

#### 【0179】

(3) 仮想化制御装置が記憶装置を内蔵する場合

前述までに説明した本発明の各実施形態は、ストレージ制御部7と記憶装置3とがポート部6を介して接続される場合を例に説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、ストレージ制御部7と記憶装置とが直接接続される場合にも、本発明を適用することが可能である。

#### 【0180】

図19は仮想化制御装置が記憶装置を内蔵する場合の計算機システムの構成例を示すブロック図である。

#### 【0181】

図19に示す計算機システムは、仮想化制御装置2の内部にもう1つまたは複数の新たな記憶装置3が設けられ、仮想化制御装置2のストレージ制御部7-1、7-2が仮想化制御装置2の内部に設けられる記憶装置3と接続されるネットワークを制御するインタフェース制御部73(HDD I/F)が新たに設けられ、ストレージ制御部7-1、7-2が仮想化制御装置2内に新たに設けた同一の記憶装置3と接続されていることを除き、図1の場合と同一である。

#### 【0182】

そして、図19に示す例の場合、ストレージ制御部7-1、7-2がストレージ制御部7-1、7-2に接続される記憶装置3へのアクセスパスの切替え制御の対象となる。ア

クセスパスの切替え制御は、前述までに説明した本発明の各実施形態の場合と同様に実施することができる。

【0183】

(4) その他のバリエーション

前述した本発明の各実施形態は、ポート部 6 (In Port) において未完了のコマンドがなくなったことを契機としてアクセスパスの切り替え処理を行うものとして説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、パスの切替え指示、要求の受信を契機としてアクセスパスの切替え処理を実施することも可能である。但し、この場合、未完了のコマンドと新たに受信したコマンドとで実行順を制御すること（新たに受信したコマンドが未完了のコマンドを追い越して実行されることを防ぐ等）が望ましく、仮想化制御装置を構成する各部位間でコマンド処理の同期化制御を行うことが望ましい。

【0184】

また、前述した本発明の各実施形態は、ストレージ制御部 7 あるいはポート部 6 (Out Port) で仮想化処理を実施する場合を例として説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、ポート部 6 (In Port) で仮想化処理を実施することも可能である。

【0185】

さらに、前述した本発明の各実施形態は、ホストコンピュータからのアクセス傾向等をソフトウェアで監視する場合を例に説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、例えば、ハードウェアによりアクセス傾向を監視し管理テーブルを更新することも可能である。

【0186】

前述した本発明の各実施形態での各処理は、処理プログラムとして構成することができ、この処理プログラムは、HD、DAT、FD、MO、DVD-ROM、CD-ROM等の記録媒体に格納して提供することができる。

【0187】

前述した本発明の各実施形態によれば、記憶システムを構成する記憶装置間でのデータ移行処理を行うことなく、ホストコンピュータと記憶装置とを接続する複数のアクセス経路から最適なアクセス経路を選択して切替えることができるので、記憶システムに対するアクセス性能の向上を図ることができる。

【0188】

また、本発明の各実施形態によれば、アクセス経路の切替え処理を、仮想化制御装置を構成する各種資源の使用状況に基づいて実施することができるので、仮想化制御装置内における処理負荷の分散制御を可能とし、結果として記憶システムに対するアクセス性能の向上を図ることが可能となる。

【0189】

さらに、本発明の実施形態によれば、記アクセス経路の切替え処理を、管理者からの設定条件と仮想化制御装置自身で検出した各種結果（資源の使用状況、アクセス傾向、他）に基づいて実施することができるので、管理者の負荷を増加させることなく、動的に変化する記憶システムに要求されるアクセス性能を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0190】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態による計算機システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】 管理装置の記録媒体に格納されているプログラム及び管理情報の例を示す図である。

【図 3】 仮想化制御装置を構成する何れかの部位で実行されるプログラムと管理情報との例を示す図である。

【図 4】 ホストコンピュータと記憶装置とのアクセスパスのバリエーションを示す図である。

【図 5】 仮想化制御装置で管理されるボリュームマッピング情報の例を示す図である

。【図 6】仮想化制御装置を構成する部位毎に管理される仮想化ルーティング制御情報の例を示す図である。

【図 7】仮想化制御装置を構成するポート部によって実行されるフレームデータの転送処理の処理動作を説明するフローチャートである。

【図 8】仮想化制御装置を構成するストレージ制御部によって実行されるフレームデータの転送処理の処理動作を説明するフローチャートである。

【図 9】パス切替え処理の処理動作の例について説明するフローチャートである。

【図 10】第 2 の実施形態における管理装置の記録媒体に格納されているプログラム及び管理情報の例を示す図である。

【図 11】本発明の第 3 の実施形態における仮想化制御装置のポート部(In Port) で実行されるプログラムと管理情報との例を示す図である。

【図 12】アクセス傾向検出処理プログラムが検出するアクセス種別の例を示すテーブルである。

【図 13】ポート部(In Port) で管理されるアクセス履歴管理情報の例を示す図である。

【図 14】任意の時点でのアクセス履歴管理情報の例を示す図である。

【図 15】本発明の第 4 の実施形態における仮想化制御装置を構成する何れかの部位におけるプログラムと管理情報との例を示す図である。

【図 16】第 4 の実施形態における管理部のパス切替え処理の起動(パス切替え指示の生成、発行)制御の処理動作を説明するフローチャートである。

【図 17】1つの仮想ボリュームが2つの実ボリュームから構成される場合の仮想化制御装置で管理されるボリュームマッピング情報の例を示す図である。

【図 18】記憶装置の1つのボリュームについて仮想化処理を実施することなくホストコンピュータに提供する場合の仮想化制御装置で管理されるボリュームマッピング情報の例を示す図である。

【図 19】仮想化制御装置が記憶装置を内蔵する場合の計算機システムの構成例を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

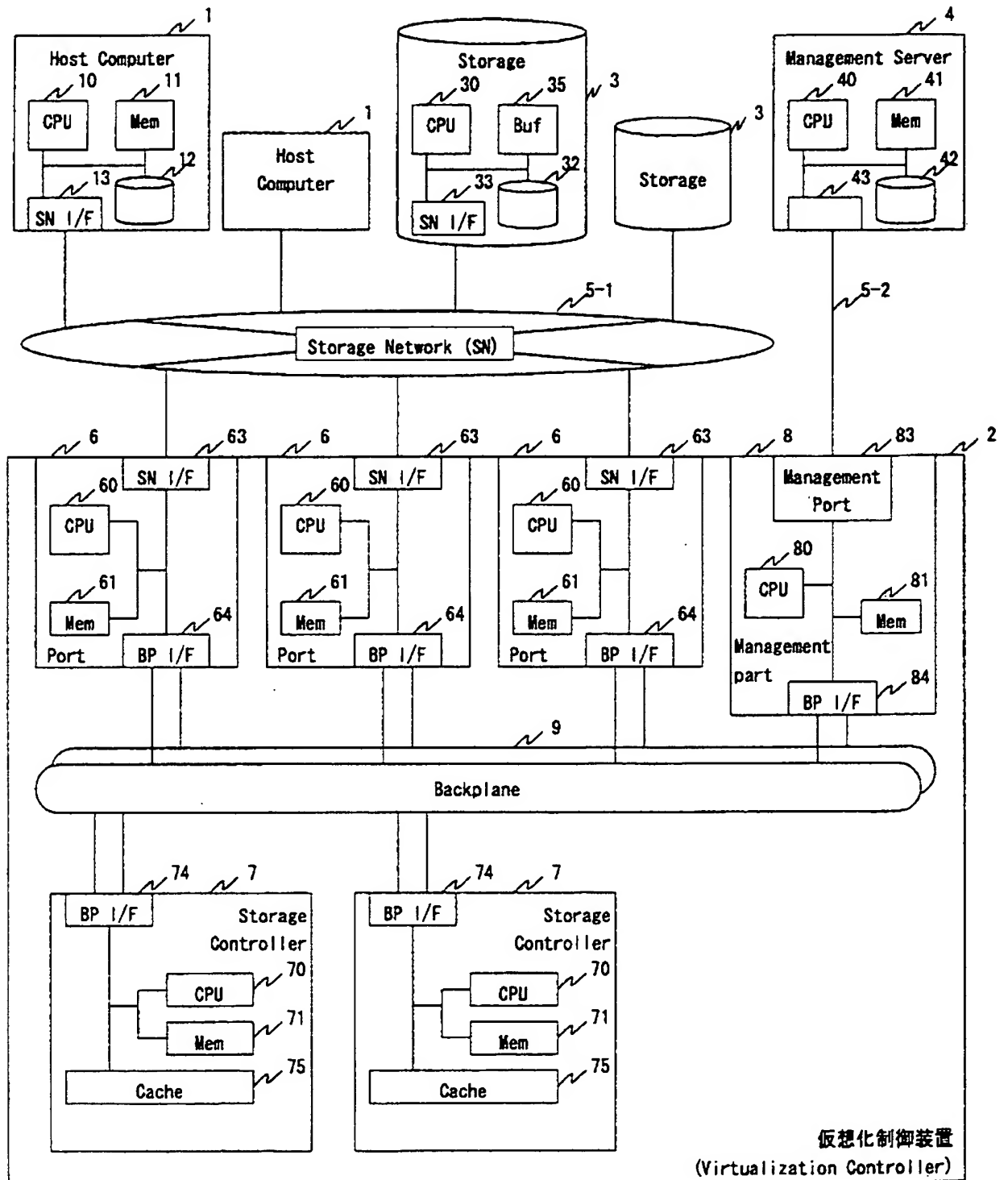
##### 【0191】

- 1 ホストコンピュータ
- 2 仮想化制御装置
- 3 記憶装置
- 4 管理装置
- 5-1、5-2 ネットワーク
- 6 ポート部
- 7 ストレージ制御部
- 8 管理部
- 9 バックプレーン
- 401 ボリューム管理部
- 402 記憶装置管理部
- 403 パス切替え管理部
- 501 仮想化ルーティング処理部
- 502 記憶装置監視部
- 503 パス切替え処理部
- 504 アクセス傾向検出処理部
- 505 資源管理処理部

【書類名】 図面

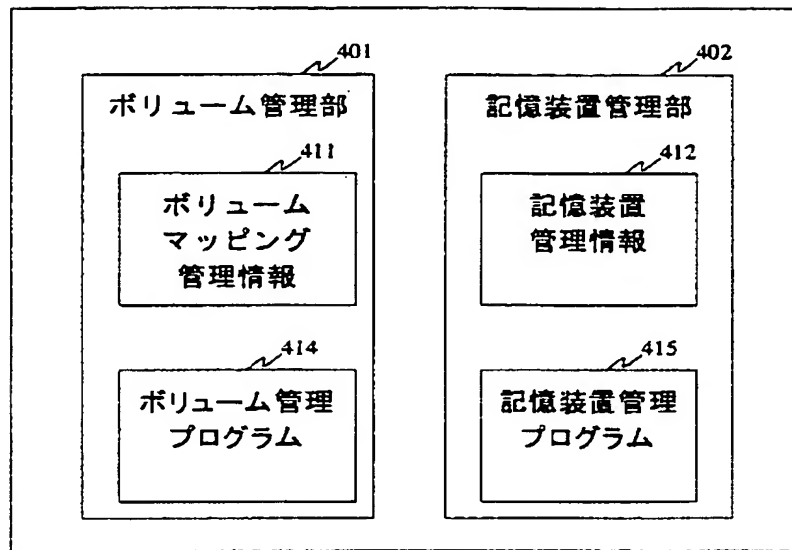
【図 1】

図 1



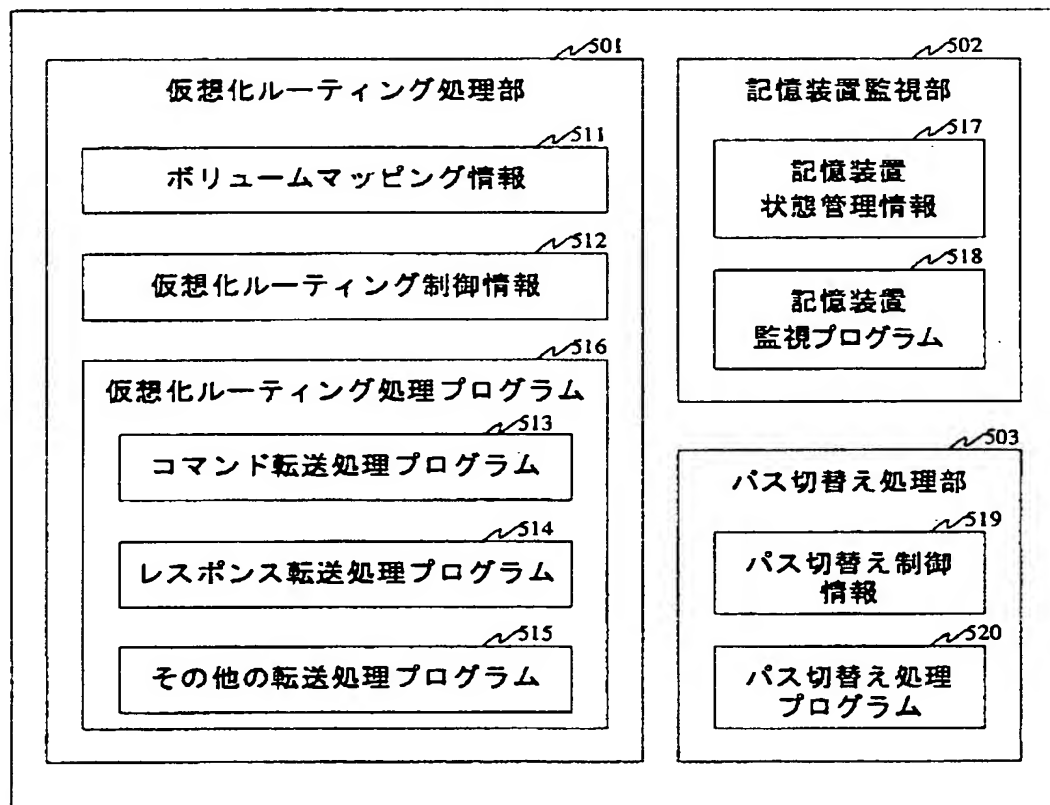
【図 2】

図 2

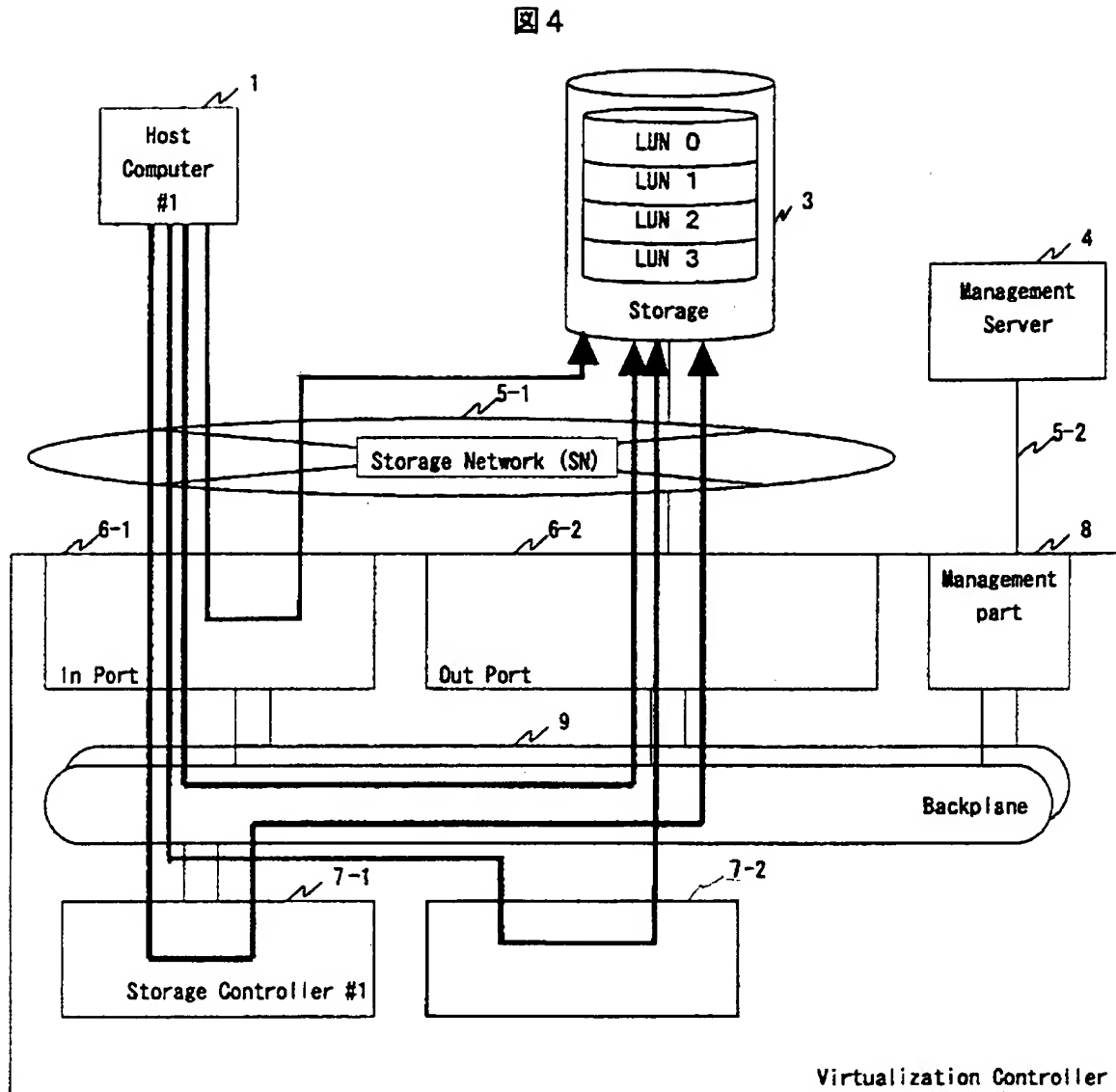


【図 3】

図 3



【図 4】





【図 5】

図 5

仮想ボリューム管理情報			実ボリューム管理情報			仮想化処理部位 管理情報	記憶装置接続 部位管理情報	コマンド 処理 モード
Port ID	Port Name	LUN	Port ID	Port Name	LUN			
V_Pid_1	V_Pname_1	0	P_Pid_1	P_Pname_1	0	Storage Controller #1	Out Port	Normal
V_Pid_2	V_Pname_2	0	P_Pid_1	P_Pname_1	1	Storage Controller #1	Out Port	Normal
V_Pid_3	V_Pname_3	0	P_Pid_1	P_Pname_1	2	Out Port	Out Port	Normal
V_Pid_4	V_Pname_4	0	P_Pid_1	P_Pname_1	3	Out Port	Out Port	Normal
.	.	.	.	.	.	.	.	.

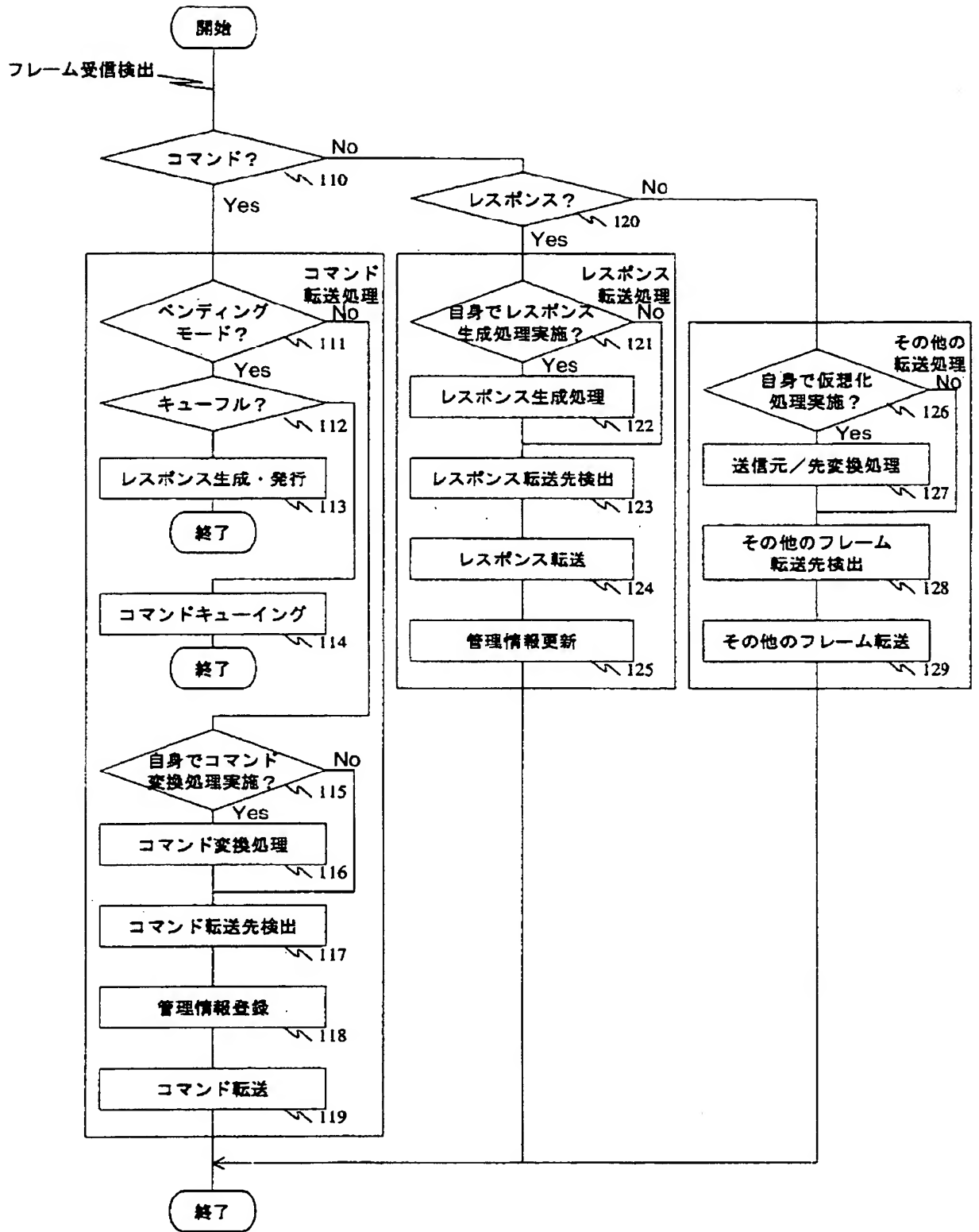
【図 6】

図 6

送信元管理情報		送信先管理情報	
送信元識別情報	送信元コマンド識別情報	送信先識別情報	コマンド識別情報
Host_Pid_1	Host_Tag_1	Storage Controller #1	InPort_Tag_1
Host_Pid_1	Host_Tag_2	Storage Controller #1	InPort_Tag_2
Host_Pid_1	Host_Tag_3	Out Port	InPort_Tag_3
Host_Pid_1	Host_Tag_4	Out Port	InPort_Tag_4
.	.	.	.

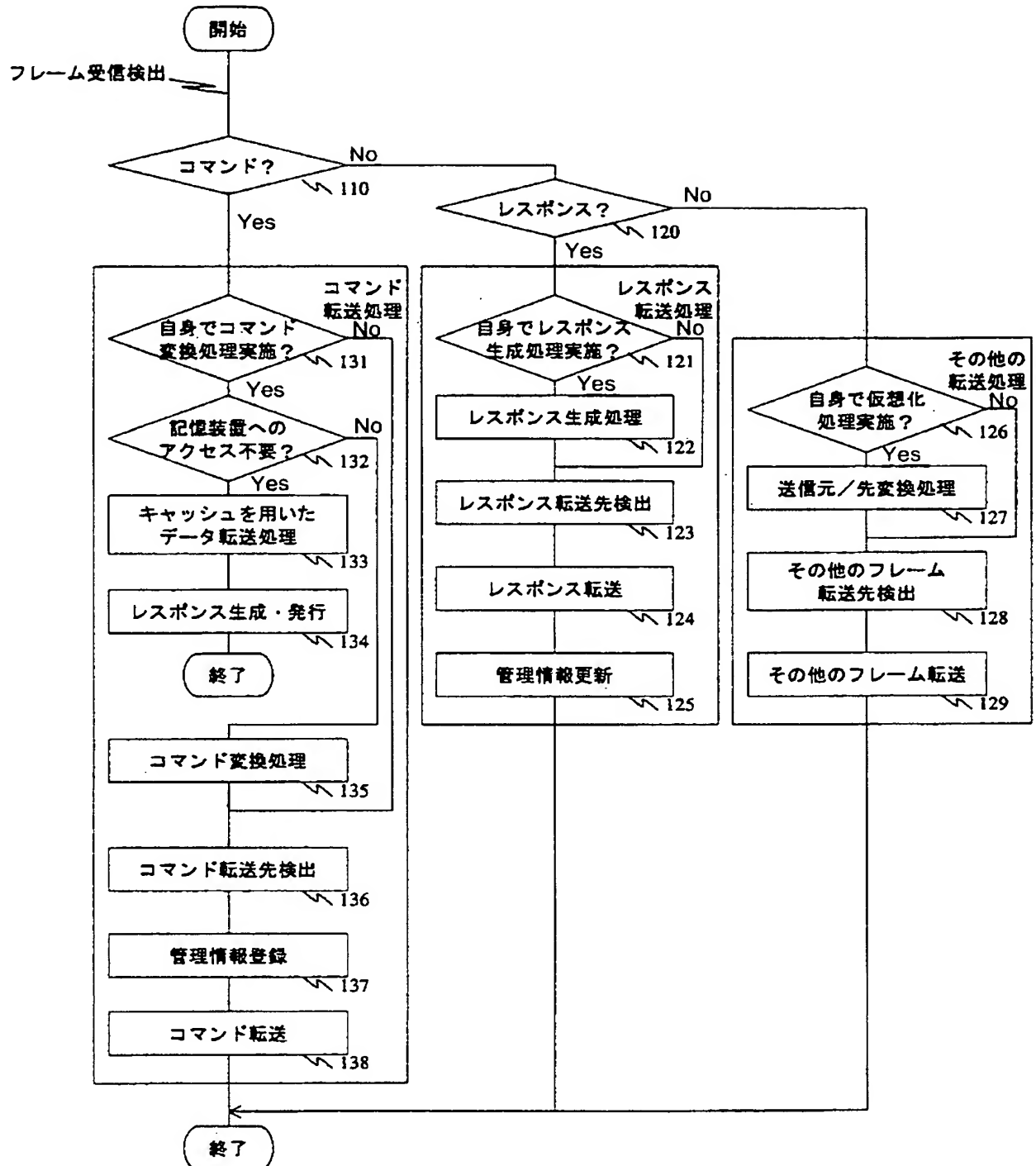
【図 7】

図 7 (ポート部)



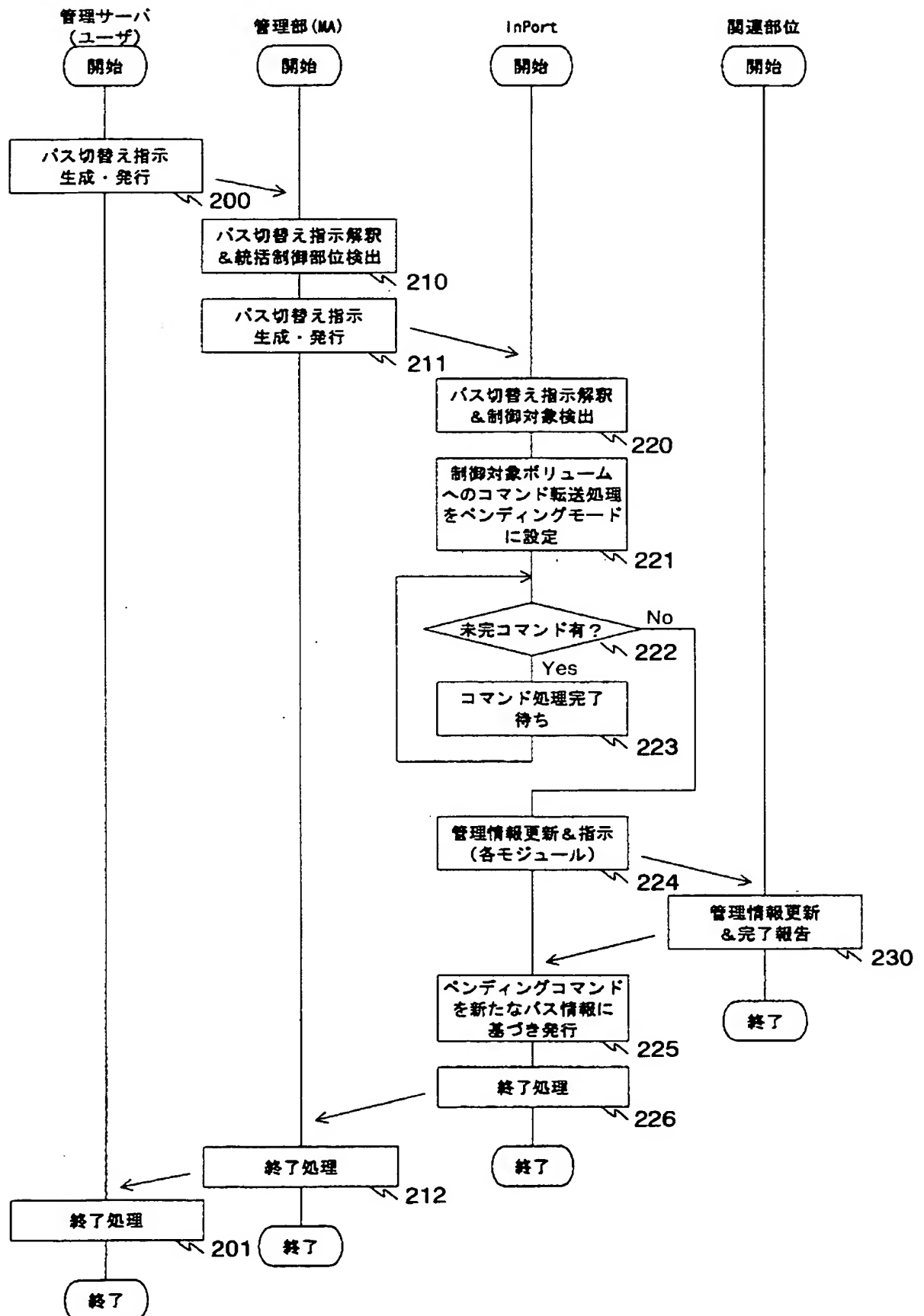
【図 8】

図8 (ストレージ制御部)



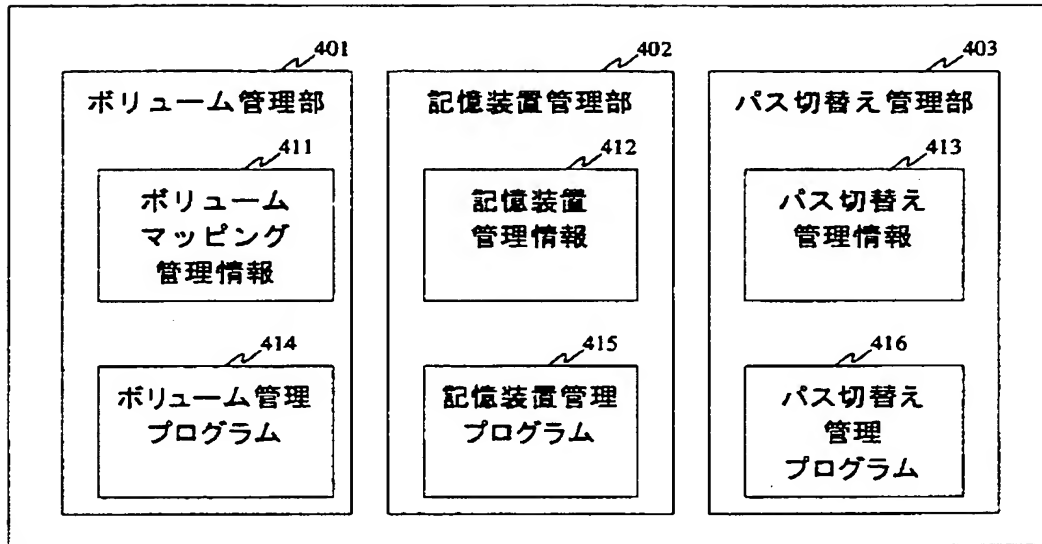
【図 9】

図 9



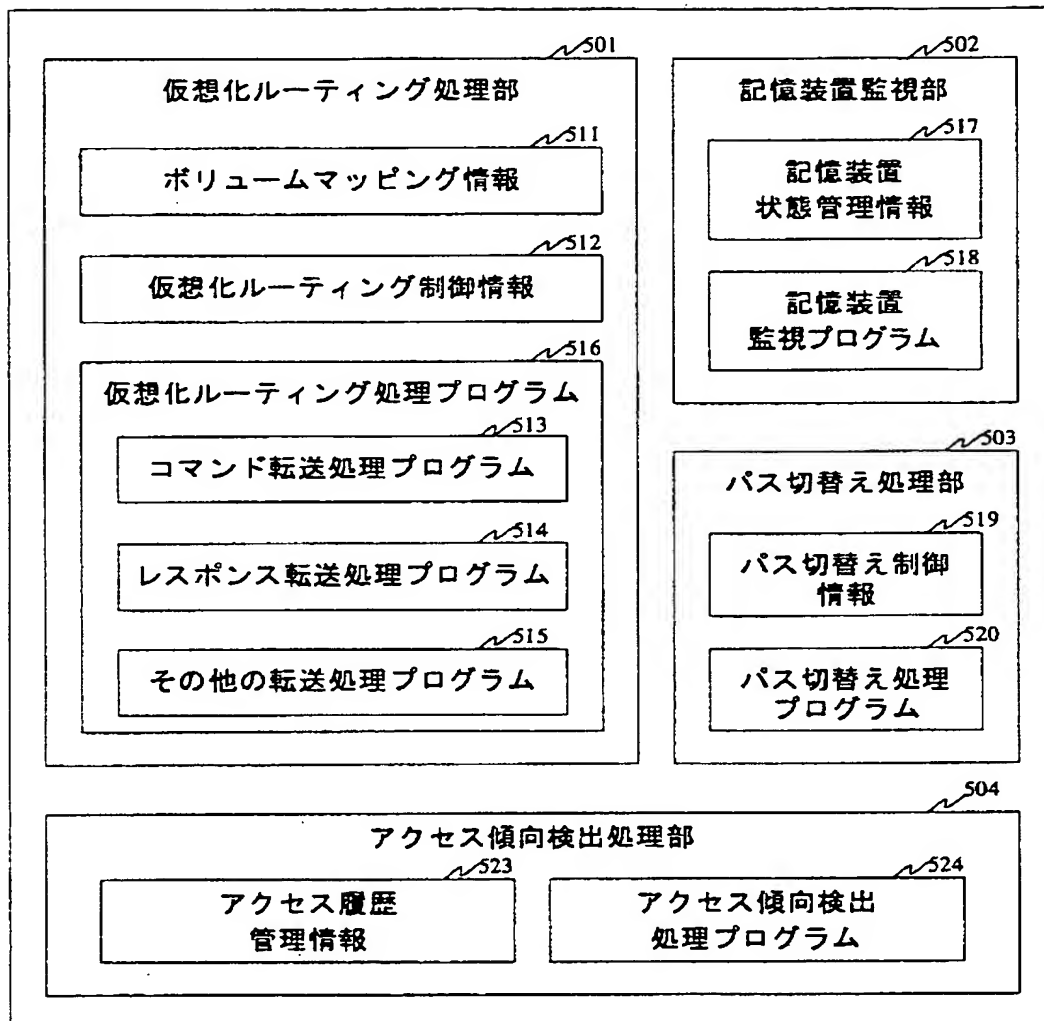
【図 10】

図 10



【図 11】

図 11



【図 12】

図 12

アクセス種別		重み付け係数
リード系 アクセス	近傍アクセス	2
	同一アドレスアクセス	1
	連続アドレスアクセス	-1
	その他のアクセス (1 発目のアクセス)	0
ライト系 アクセス	近傍アクセス	0
	同一アドレスアクセス	1
	連続アドレスアクセス	-2
	その他のアクセス (1 発目のアクセス)	0

【図 13】

図 13

アクセス種別		LUN0	LUN1	LUN2	LUN3
リード系 アクセス	近傍アクセス	100	50	10	0
	同一アドレスアクセス	100	50	10	0
	連続アドレスアクセス	0	10	100	0
	その他のアクセス	10	10	10	10
ライト系 アクセス	近傍アクセス	10	50	0	0
	同一アドレスアクセス	10	50	0	0
	連続アドレスアクセス	0	10	0	100
	その他のアクセス	10	10	0	10

【図 14】

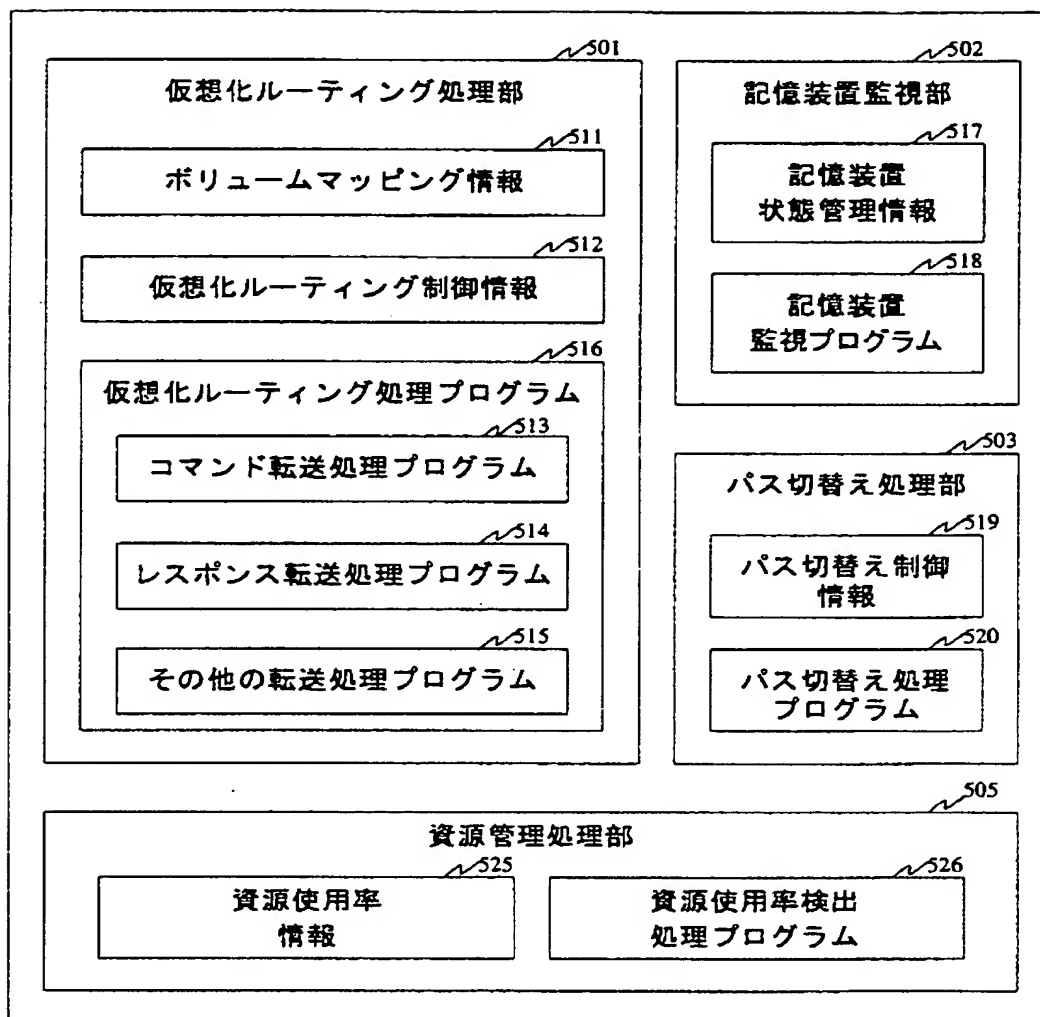
図 14

アクセス種別		LUN0	LUN1	LUN2	LUN3
リード系 アクセス	近傍アクセス	10	50	10	0
	同一アドレスアクセス	10	50	10	0
	連続アドレスアクセス	200	10	100	0
	その他のアクセス	10	10	10	10
ライト系 アクセス	近傍アクセス	0	50	0	0
	同一アドレスアクセス	0	50	0	0
	連続アドレスアクセス	0	10	0	100
	その他のアクセス	10	10	0	10



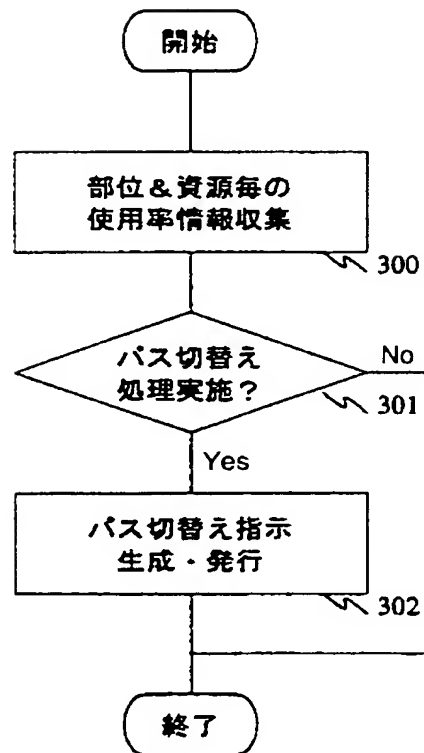
【図 15】

図 15



【図 16】

図 16 (管理部)



【図 17】

図 17

仮想ボリューム管理情報				実ボリューム管理情報			仮想化処理部位 管理情報	記憶装置接続 部位管理情報	コマンド 処理 モード
Port ID	Port Name	LUN	Address	Port ID	Port Name	LUN			
V_Pid_1	V_Pname_1	0	0h ~ 98967Fh	P_Pid_1	P_Pname_1	0	Storage Controller #1	Out Port	Normal
			989680h ~ 1312CFFh			4			
V_Pid_2	V_Pname_2	0	0h ~ 1312CFFh	P_Pid_1	P_Pname_1	1	Storage Controller #1	Out Port	Normal
V_Pid_3	V_Pname_3	0	0h ~ 1312CFFh	P_Pid_1	P_Pname_1	2	Out Port	Out Port	Normal
V_Pid_4	V_Pname_4	0	0h ~ 1312CFFh	P_Pid_1	P_Pname_1	3	Out Port	Out Port	Normal
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

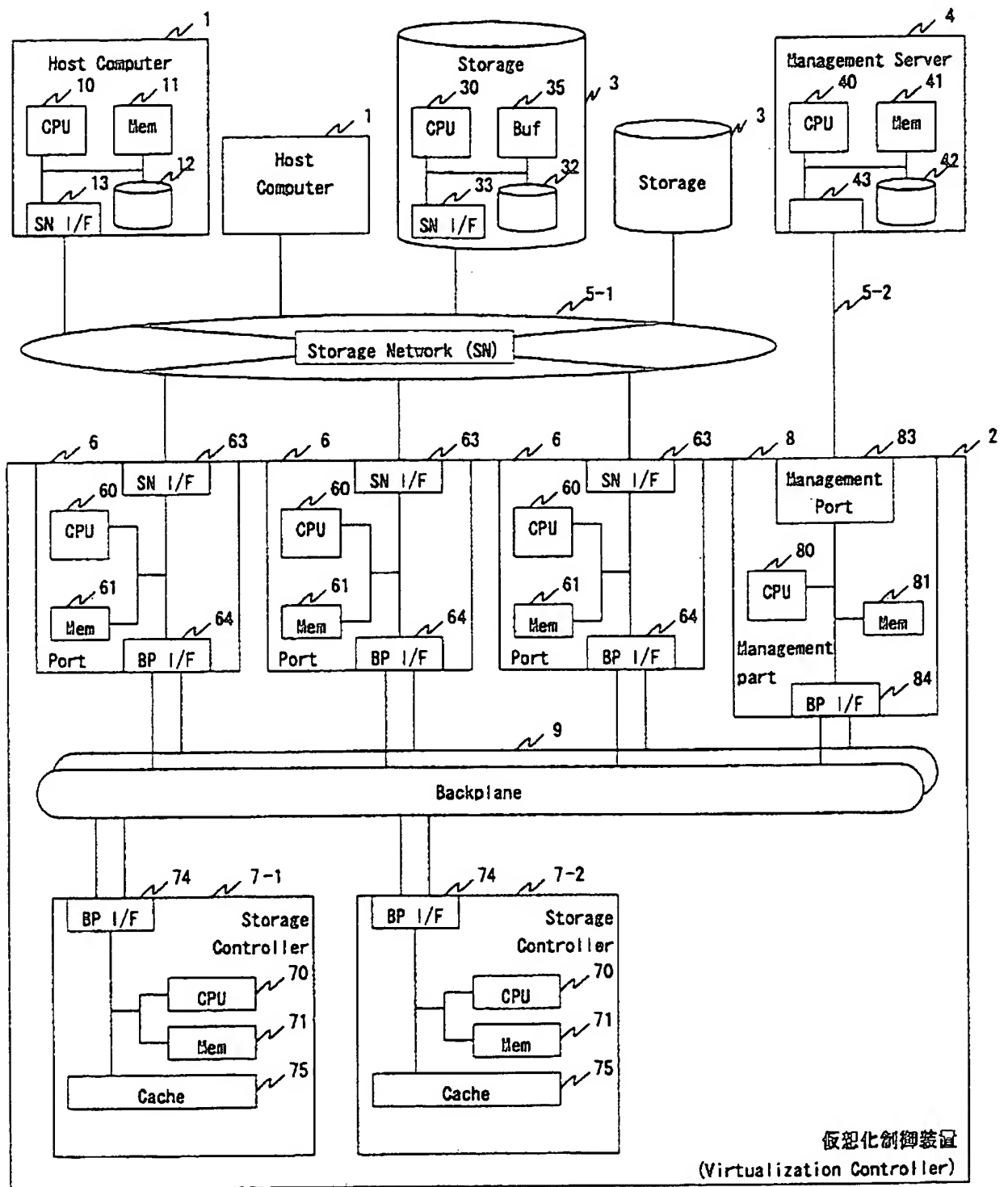
【図 18】

図 18

仮想ボリューム管理情報				実ボリューム管理情報			仮想化処理部位 管理情報	記憶装置接続 部位管理情報	コマンド 処理 モード
Port ID	Port Name	LUN	Address	Port ID	Port Name	LUN			
V_Pid_1	V_Pname_1	0	0h ~ 98967Fh	P_Pid_1	P_Pname_1	0	Storage Controller #1	Out Port	Normal
			989680h ~ 1312CFFh			4			
V_Pid_2	V_Pname_2	0	0h ~ 1312CFFh	P_Pid_1	P_Pname_1	1	Storage Controller #1	Out Port	Normal
V_Pid_3	V_Pname_3	0	0h ~ 1312CFFh	P_Pid_1	P_Pname_1	2	Out Port	Out Port	Normal
P_Pid_1	P_Pname_1	3	0h ~ 1312CFFh	P_Pid_1	P_Pname_1	3	None	Out Port	Normal
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

【図 19】

図 19



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 記憶システムを構成する記憶装置相互間でのデータ移行処理を行うことなく、記憶システムに対するアクセス性能の向上を図る。

**【解決手段】** ホストコンピュータ 1 と記憶システムを構成する記憶装置 3 とを接続する仮想化制御装置 2 が、内部の複数のアクセス経路（ポート 6－バックプレーン 9－ポート 6、ポート 6－バックプレーン 9－ストレージ制御部 7－ポート 6 等の経路）を制御し、管理者による管理装置 4 からの設定情報と仮想化制御装置自身で検出した各種監視結果に基づき、上記複数のアクセス経路から最適なアクセス経路を選択して切替えるよう制御する。

**【選択図】** 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 1 0 2 5 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日  
新規登録

住 所  
氏 名

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地  
株式会社日立製作所